

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

2.2.1 Penelitian Terdahulu

Nastain dan Maryoto. (2010) melakukan penelitian yang berjudul “Pemanfaatan Pemotongan Ban Bekas untuk Campuran Beton Serat Perkerasan Kaku”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan serat ban limbah terhadap peningkatan kekuatan lentur dan kuat tekan perkerasan kaku. Metode penelitian ini menggunakan sobekan ban berukuran 4 mm x 4 mm x 60 mm yang dicampur secara acak menjadi berbagai konsentrasi. Penelitian yang dilakukan dengan menguji spesimen balok dan silinder untuk mendapatkan perilaku mekanik beton, kekuatan lentur dan kuat tekan. Berdasarkan penelitian menunjukkan bahwa penambahan serat ban bekas dapat meningkatkan kekuatan lentur beton hingga 20,84 % dan kuat tekan beton hingga 4,73 % lebih tinggi dari beton normal ketika kadar serat ban bekas 0,75 %. Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif terobosan baru pemanfaatan limbah ban bekas dan sekaligus untuk peningkatan kualitas perkerasan kaku (rigid pavement).

Najib dan Nadia. (2014) melakukan penelitian yang berjudul “Beton Normal dengan Menggunakan Ban Bekas sebagai Pengganti Agregat Kasar”. Penelitian ini bertujuan untuk mencari besarnya kuat tekan beton dengan penambahan potongan ban bekas sebagai pengganti sebagian dari agregat kasar pada beton. Metode penelitian yang dilakukan dengan membuat benda uji berupa silinder berdiameter 15 x 30 cm dengan variasi penambahan ban sebesar 5% , 10%, dan 15% dari volume agregat kasar. Benda uji akan dilakukan test uji tekan beton pada umur 28 hari. Berdasarkan penelitian menunjukkan bahwa untuk 5 % ban menghasilkan 139,11 kg/cm², untuk 10 % ban menghasilkan 109,55 kg/cm², dan untuk 15 % ban menghasilkan 83,47 kg/cm². Untuk penurunan berat beton yaitu untuk 5 % = 33,77 % dari berat normal, untuk 10 % = 47,85% dari berat normal dan untuk 15 % = 60,26 % dari berat normal.

Rompas dkk. (2013) melakukan penelitian dengan judul “Pengaruh Pemanfaatan Abu Ampas Tebu Sebagai Substitusi Parsial Semen Dalam Campuran Beton di Tinjau Terhadap Kuat Tarik Lentur dan Modulus Elastisitas”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh AAT terhadap kuat tarik lentur dan modulus elastisitas. Metode penelitian yang digunakan dengan pengujian kuat tarik lentur menggunakan balok dengan ukuran 10 x 10 x 50 cm yang diuji pada umur 14 dan 28 hari untuk setiap prosentase substitusi parsial semen dengan AAT. Berdasarkan penelitian menunjukkan semakin tinggi prosentase AAT maka semakin rendah workability beton segar.

Pane dkk. (2015) melakukan penelitian dengan judul “Pengujian Kuat Tarik Lentur Beton dengan Variasi Kuat Tekan Beton”. Penelitian ini bertujuan membandingkan hubungan antara kuat tarik lentur beton dan kuat tekan beton. Pada penelitian yang dilakukan perawatan selama 28 hari dengan benda uji yang digunakan adalah balok 100 x 100 x 400 mm sebanyak 32 buah untuk pengujian kuat tarik lentur dan silinder 10/20 mm sebanyak 20 buah untuk pengujian kuat tekan. Berdasarkan hasil pengujian menyatakan bahwa nilai kuat tarik lentur pada beton mengalami kenaikan yaitu semakin besar nilai kuat tekan maka nilai kuat tarik lentur yang dihasilkan semakin besar pula.

Rahmi dkk. (2015) melakukan penelitian dengan judul “Pengaruh Substitusi Agregat Kasar dengan Serat Ampas Tebu Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton K-350”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi serat ampas tebu terhadap kuat tekan, kuat lentur, porositas dan densitas beton. Metode yang dilakukan adalah benda uji beton dibuat menggunakan semen Portland tipe I dengan variasi ampas tebu 0 %, 0,5 %, 1 %, 1,5 %. Berdasarkan hasil pengujian menunjukkan kuat lentur tertinggi sebesar 4,88 MPa dimiliki beton dengan serat ampas tebu 1 %. Kesimpulan yang didapat adalah

Rengkeng dkk. (2013) melakukan penelitian dengan judul “Pemeriksaan Kuat Tarik Belah & Kuat Tarik Lentur Beton Ringan Beragregat Kasar Batu Ape dari Kepulauan Talaud”. Penelitian ini bertujuan mengenai pemanfaatan batu Ape sebagai agregat kasar dalam campuran beton dan untuk mengetahui sejauh mana pengaruh batu Ape terhadap kuat tarik beton yang menggunakan pasir Bune

Talud dan pasir Girian Bitung. Metode yang digunakan adalah silinder 10/20 cm dan balok 10 x 10 x 50 cm, dan diuji pada umur beton 7, 14, 21, dan 28 hari. Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh bahwa campuran beton yang menggunakan pasir dari Girian Bitung memiliki nilai kuat tarik yang lebih tinggi, berat volume beton rata-rata umur 28 hari pasir Bune Talud 2055,012 kg/m³ dan pasir Girian Bitung 2038,777 kg/m³. Kuat Tarik Lentur pasir Bune Talud 3,200 MPa, pasir Girian Bitung 4,667 MPa.

Nath dkk. (2016) melakukan penelitian dengan judul “Flexural Strength and Elastic Modulus of Ambient-cured Blended Low-calcium Fly Ash Geopolymer Concrete”. Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki beberapa sifat mekanik opment dan sifat mekanis dari produk akhir darigeopoly GPC berbasis fly ash yang disembuhkan dalam suhu kamar. Metode penelitian yang dilakukan adalah semua benda uji dilakukan uji kekuatan tekan, kekuatan lentur dan modulus elastisitas pada 28 dan 90 hari. Berdasarkan hasil pengujian menunjukkan bahwa, kerapatan campuran GPC yang mengeras mirip dengan beton OPC dengan berat normal.

Thomas dkk. (2015) melakukan penelitian dengan judul “Properties of High Strength Concrete Containing Scrap Tire Rubber”. Penelitian ini bertujuan menggunakan limbah karet ban untuk menggantikan beberapa agregat alami yang dimasukkan ke dalam beton. Metode yang dilakukan dengan mengganti agregat menggunakan karet ban dari 0 % sampai 20 % dalam kelipatan 2,5 % dilakukan tes untuk menentukan kekuatan tekan. Berdasarkan hasil pengujian menunjukkan bahwa beton karet dapat digunakan dalam beton mutu tinggi sebagai pengganti agregat hingga 12,5 % berat untuk memperoleh kekuatan di atas 60 MPa.

Royani dkk. (2014) melakukan penelitian dengan judul “Kajian Kuat Tekan, Kuat Tarik, Kuat Lentur dan Redaman Bunyi Pada Panel Dinding Beton Ringan dengan Agregat Limbah Plastik PET dan Limbah Serbuk Kayu”. Penelitian ini bertujuan meninjau besarnya nilai kuat tekan, kuat tarik, kuat lentur dan redaman bunyi pada panel dinding beton dengan agregat kasar dari campuran limbah plastik PET dan limbah serbuk kayu. Metode penelitian dilakukan dengan membuat 12 benda uji, yaitu 3 silinder diameter 7,5 cm tinggi 15 cm untuk pengujian kuat tekan, 3 balok untuk pengujian kuat tarik, 3 pelat panel ukuran 50 x 30 x 3 cm untuk pengujian kuat lentur dan 3 silinder diameter 10 cm dengan ketebalan 3 cm untuk

pengujian redaman bunyi. Berdasarkan hasil uji kuat tekan 5,28 MPa, kuat tarik 1,18 MPa dan kuat lentur 1,82 MPa, menunjukkan bahwa beton dengan agregat kasar dari limbah plastik PET dan limbah serbuk kayu belum memberikan hasil sesuai dengan syarat dan hasil yang diinginkan untuk pengaplikasian panel dinding beton dalam pengujian kuat tekan, kuat tarik dan lentur.

Prayitno dkk. (2015) melakukan penelitian dengan judul “Kajian Kuat Tekan dan Kuat Lentur Balok Beton Mutu Tinggi Berserat Bendrat dengan Fly Ash dan Bahan Tambahan Bestmittel”. Penelitian ini bertujuan untuk pengujian beton di lapangan lebih tinggi dari pada kuat tekan yang disyaratkan. Metode penelitian menggunakan metode eksperimental dan data diolah menggunakan excel. Pengujian kuat tekan dilakukan pada silinder berukuran 15 cm x 30 cm dan kuat lentur dilakukan pada balok berukuran 8 cm x 12 cm x 100 cm dengan variasi persentase serat 0 % ; 0,5 % ; 1 % ; 1,5 %, dan 2 % berjumlah 4 buah per persentase serat. Uji Kuat tekan dan lentur dilakukan pada umur 28 hari dengan metode rancang campur. Mendapatkan hasil Pola retak lentur dan keruntuhan yang terjadi pada benda uji kuat lentur terjadi pada posisi 1/3 bentang tengah bentang sehingga dapat dikatakan keruntuhan adalah keruntuhan lentur.

2.2.2 Perbedaan Penelitian Sebelum dan Sekarang

Tabel 2. 1 Perbedaan penelitian sebelum dan sekarang

No	Penelitian	Tahun	Jenis Penelitian	Perbedaan	
				Terdahulu	Sekarang
1.	Pemanfaatan Pematangan Ban Bekas untuk Campuran Beton Serat Perkerasan Kaku	2010	Uji Lab	Bahan yang digunakan sobekan karet ban untuk perkerasan kaku	Bahan yang digunakan serbuk ban bekas untuk pembuatan beton normal
2.	Beton Normal dengan Menggunakan Ban Bekas sebagai Pengganti Agregat Kasar	2014	Uji Lab	Menggunakan serbuk ban sebagai pengganti agregat kasar	Menggunakan serbuk ban sebagai pengganti agregat halus
3.	Pengaruh Pemanfaatan Abu Ampas Tebu Sebagai Substitusi Parsial Semen Dalam Campuran Beton di Tinjau Terhadap Kuat Tarik Lentur dan Modulus Elastisitas	2013	Uji Lab	Penggunaan campuran beton menggunakan Abu Ampas Tebu	Penggunaan serbuk ban sebagai campuran beton

Tabel 2. 2 Perbedaan penelitian sebelum dan sekarang (lanjutan)

No	Penelitian	Tahun	Jenis Penelitian	Perbedaan	
				Terdahulu	Sekarang
4.	Pengujian Kuat Tarik Lentur Beton dengan Variasi Kuat Tekan Beton	2015	Uji Lab	Benda uji yang digunakan untuk uji kuat lentur balok dengan ukuran 100 x 100 x 400 mm dan umur benda uji 28 hari.	Benda uji yang digunakan untuk uji kuat lentur balok dengan ukuran 150 x 150 x 600 mm dan umur benda uji lebih dari 28 hari.
5.	Pengaruh Substitusi Agregat Kasar dengan Serat Ampas Tebu Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton K-350	2015	Uji Lab	Penggantian agregat kasar dengan serat Ampas Tebu terhadap kuat lentur beton	Penggantian agregat halus dengan serbuk ban bekas terhadap kuat lentur beton
6.	Pemeriksaan Kuat Tarik Belah & Kuat Tarik Lentur Beton Ringan Beragregat Kasar Batu Ape dari Kepulauan Talaud	2013	Uji Lab	Penggantian agregat kasar dengan Batu Ape terhadap kuat lentur beton	Penggunaan serbuk ban untuk pengganti agregat halus
7.	Flexural Strength and Elastic Modulus of Ambient-cured Blended Low-calcium Fly Ash Geopolymer Concrete	2016	Uji Lab	Bahan campuran yang digunakan adalah fly ash dan diuji kuat lentur pada 28 hari dan 90 hari	Bahan campuran yang digunakan adalah serbuk ban dan diuji kuat lentur pada lebih dari 28 hari
8.	Properties of High Strength Concrete Containing Scrap Tire Rubber	2015	Uji Lab	Penggunaan serbuk ban untuk pengganti agregat sebanyak 0 % sampai 20 % setiap kelipatan 2,5 %	Penggunaan serbuk ban untuk pengganti agregat sebanyak 0 %, 5 %, 10 %, 15 % dan 20 %
9.	Kajian Kuat Tekan, Kuat Tarik, Kuat Lentur dan Redaman Bunyi Pada Panel Dinding Beton Ringan dengan Agregat Limbah Plastik PET dan Limbah Serbuk Kayu	2014	Uji Lab	Agregat yang digunakan untuk campuran adalah plastic PET dan limbah serbuk kayu	Agregat yang digunakan untuk campuran adalah limbah serbuk ban
10.	Kajian Kuat Tekan dan Kuat Lentur Balok Beton Mutu Tinggi Berserat Bendrat dengan Fly Ash dan Bahan Tambahan Bestmittel	2015	Uji Lab	Beton mutu tinggi berserat bendrat dengan agregat tambahan fly ash dan bestmittel	Beton normal dengan pengganti agregat campuran serbuk ban

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Beton

Beton merupakan suatu material campuran yang terdiri dari pasir (agregat halus), kerikil (agregat kasar), semen, air dan dengan atau bahan tambahan (*admixture*) dengan perbandingan tertentu yang akan membentuk beton segar (Yuhanah, Tri, Dkk, 2018). Menurut Pd T-07-2005-B mutu beton dan penggunaannya disajikan pada Tabel 2.4.

Tabel 2. 3 Mutu beton dan penggunaannya

Jenis beton	F_c' (MPa)	σ_{bk}' (kg/cm ²)	Uraian
Mutu tinggi	35-65	K400-K800	Umumnya digunakan untuk beton prategang seperti tiang pancang beton prategang, gelagar beton prategang, pelat beton prategang dan sejenisnya.
Mutu sedang	20-<35	K250-<K400	umumnya digunakan untuk beton bertulang seperti pelat lantai jembatan, gelagar beton bertulang, diafragma, kerb, beton pracetak, gorong-gorong, beton bertulang, bangunan bawah jembatan.
Mutu rendah	15-<20	K175-<K250	Umumnya digunakan untuk struktur beton tanpa tulangan seperti beton siklop, trotoar dan pasangan batu kosong yang diisi adukan, pasangan batu.
	10-<15	K125-<K175	Digunakan sebagai lantai kerja, penimbunan kembali dengan beton.

2.2.2 Komposisi Beton

A. Semen

Semen *portland* adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen *portland* yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa bentuk kristal senyawa kalsium sulfat satu atau lebih dan boleh ditambah dengan bahan yang lain (SNI 15-2049-2004). Semen *portland* memiliki jenis dan penggunaan, yaitu sebagai berikut ini :

- 1) Jenis I, yaitu semen *portland* untuk penggunaan umum. Tidak memerlukan syarat khusus seperti yang disyaratkan pada jenis lain.

- 2) Jenis II, yaitu dalam penggunaan semen *portland* memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau kalor hidrasi sedang.
- 3) Jenis III, yaitu dalam penggunaan semen *portland* memerlukan kekuatan tinggi saat tahap permulaan setelah pengikatan berlangsung.
- 4) Jenis IV, yaitu dalam penggunaan semen *portland* memerlukan kalor hidrasi rendah.
- 5) Jenis V, yaitu dalam penggunaan semen *portland* memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat.

B. Air

Air merupakan bahan dasar adonan beton yang paling murah. Fungsi air adalah untuk membuat semen bereaksi saat terkena air dan sebagai pelumas antar agregat. Semen akan bereaksi hanya membutuhkan air sekitar 25 – 30 % dari berat semen. Tapi pada kenyataannya dilapangan apabila FAS kurang dari 0,35 maka adukan beton sulit dikerjakan, sehingga umumnya FAS menggunakan lebih dari 0,40 yang mana terdapat kelebihan air yang tidak bereaksi terhadap semen. Kelebihan air akan membuat adukan mudah dalam pengerjaannya, tetapi menyebabkan beton menjadi porous atau terdapat banyak rongga yang dapat membuat kuat tekan beton menjadi menurun (Tjokrodimulyo,2007).

C. Agregat Halus

Agregat halus adalah agregat dengan besar ukuran butir maksimum 4,76 mm dan berasal dari alam atau hasil olahan (SNI 03-6820-2002). Syarat agregat halus dalam adukan harus sebagai berikut ini :

- 1) Untuk menahan penyusutan.
- 2) Untuk bahan pengisi.
- 3) Untuk penambah kekuatan.

Gradasi agregat untuk adukan ditampilkan pada Tabel 2.5.

Saringan	Persen Lolos	
	Pasir Alam	Pasir Olahan
No. 4 (4,76 mm)	100	100
No. 8 (2,36 mm)	99-100	95-100
No. 16 (1,18 mm)	70-100	70-100
No. 30 (600 μ m)	40-75	40-75
No. 50 (300 μ m)	10-35	20-40
No. 100 (150 μ m)	2-15	10-25
No.200 (75 μ m)	0	0-10

D. Agregat Kasar

Menurut Pertiwi (2014) agregat kasar adalah kerikil sebagai hasil desintegrasi alami dari batuan yang berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir antara 5 – 40 mm. Kerikil menurut ukurannya terbagi menjadi 5 ukuran, yaitu :

- a. Ukuran butir 5 - 10 mm disebut sebagai kerikil halus,
- b. Ukuran butir 10 - 20 mm disebut sebagai kerikil sedang,
- c. Ukuran butir 20 - 40 mm disebut sebagai kerikil kasar,
- d. Ukuran butir 40 - 70 mm disebut sebagai kerikil kasar sekali,
- e. Ukuran butir > 70 mm digunakan untuk konstruksi beton siklop (*cyclopean* beton).

E. Serutan Karet Ban

Serutan ban adalah limbah ban karet yang sudah tidak terpakai/bekas yang sudah diolah dengan cara diserut. Penggunaan serutan karet ban ini diyakini dapat memperbaiki sifat beton yang getas. Karet ban dapat memberikan sifat elastis dan mencegah retak karena memiliki modulus elastisitas 0,77-1,33 MPa. Penggunaan karet ban yang digunakan pada penelitian untuk campuran beton adalah serutan ban yang lolos ukuran saringan No.4 (4,75 mm) sesuai dengan ukuran agregat halus.

2.2.3 *Slump* beton

Slump beton adalah penurunan ketinggian pada permukaan atas adonan beton segar yang diukur segera setelah cetakan uji *slump* diangkat (SNI 1972:2008). *Slump* pada pekerjaan beton digunakan untuk mengukur kekentalan pada adonan beton. Menurut (Pd T-07-2005-B) nilai *slump* untuk kebutuhan beton disajikan dalam tabel 2.6.

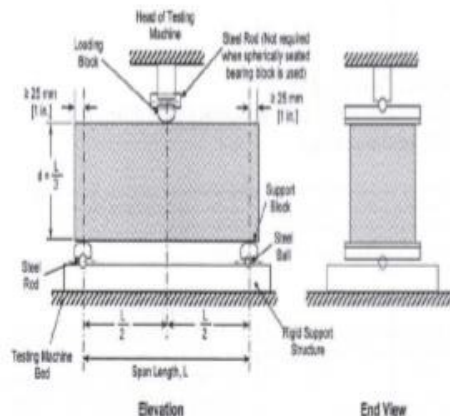
Tabel 2. 5 Nilai *slump* untuk pekerjaan beton

No	Uraian	Slump (cm)
1	Dinding, pelat pondasi dan pondasi telapak bertulang	5,0 - 12,5
2	Pondasi telapak tidak bertulang, kasion dan kontruksi bawah tanah	2,5 - 9,0
3	Pelat, balok, kolom dan dinding	7,5 - 15,0
4	Perkerasan jalan	5,0 - 7,5
5	Pembetonan masal	2,5 - 7,5

2.2.4 Kuat Lentur

A. Satu titik *Three Point Load*

Kuat lentur adalah kemampuan pada beton balok yang diletakkan pada dua perletakan untuk menahan gaya arah tegak lurus sumbu benda uji, yang diberikan kepada benda uji, sampai pada akhirnya mengalami uji patah, yang dinyatakan dalam *Mega Pascal (MPa)* gaya persatuan luas (SNI 4431:2011). Menurut (SNI 4154:2014) uji lentur dengan satu titik pembebanan ditengah bentang disajikan pada Gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Sketsa uji lentur dengan satu titik pembebanan

Pengujian kuat lentur benda uji balok menggunakan persamaan perhitungan yang ditampilkan dalam persamaan 2.1 dan persamaan 2.2.

Kecepatan pembebanan dihitung menggunakan persamaan (SNI 4154:2014) :

$$r = \frac{2Sbd^2}{3L} \quad (2.1)$$

Keterangan :

r : kecepatan pembebanan (N/menit)

S : kecepatan kenaikan tegangan maksimum pada permukaan tarik, (mpa/menit)

b : lebar rata-rata spesimen (mm)

d : tinggi rata-rata spesimen (mm)

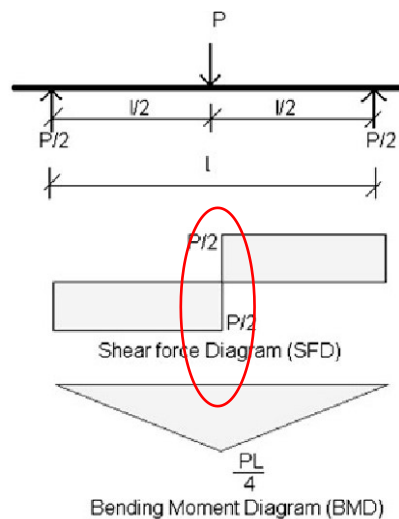
L : panjang bentang (mm)

Perhitungan persamaan modulus runtuh atau kuat lentur sebagai berikut ini (SNI 4154:2014) :

$$R = \frac{3PL}{2bd^2} \quad (2.2)$$

- R : modulus ruluh (MPa)
 P : beban maksimum yang diterapkan ditunjukkan oleh mesin uji (N)
 L : panjang bentang (mm)
 b : lebar rata-rata spesimen di daerah runtuh (mm)
 d : tinggi rata-rata spesimen di daerah runtuh (mm)

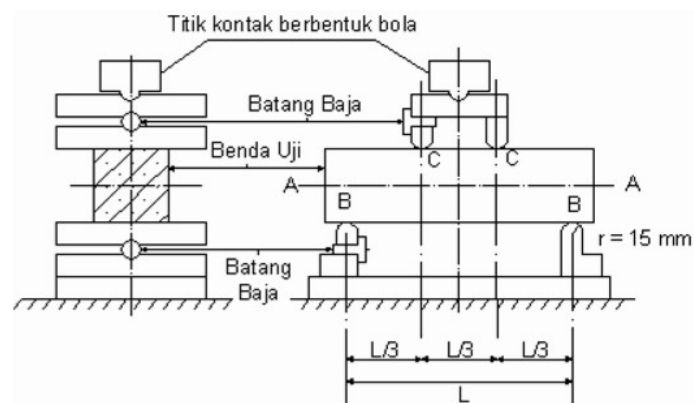
Kuat lentur menggunakan metode benda uji yang terbebani terpusat ditengah bentang yang mempunyai kelemahan yaitu memungkinkan benda uji juga mendapatkan gaya geser, yang kuat lenturnya menjadi tidak murni. Diagram *SFD* dan *BMD* pada benda uji menggunakan metode satu titik pembebanan disajikan pada Gambar 2.2.



Gambar 2. 2 *SFD* dan *BMD* pada uji lentur terpusat ditengah bentang

B. Dua titik *Four Point Load*

Menurut (SNI 4431:2011) uji kuat lentur pengujian dengan dua titik pembebanan disajikan pada Gambar 2.3



Gambar 2. 3 Sketsa uji lentur dengan dua titik pembebanan

Pengujian kuat lentur benda uji balok dengan dua titik pembebanan memiliki dua rumus (SNI 4431:2011), menggunakan persamaan perhitungan yang ditampilkan dalam persamaan 2.3 dan persamaan 2.4.

Untuk pengujian dimana bidang patah terletak di daerah pusat (daerah 1/3 jarak titik perletakan bagian tengah), maka kuat lentur beton dihitung menurut persamaan sebagai berikut.

$$\sigma = \frac{P.L}{b.h^2} \quad (2.3)$$

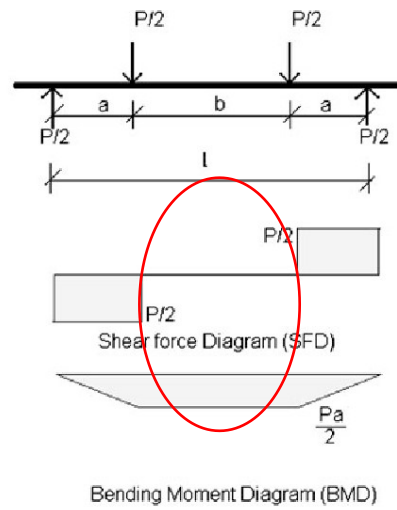
Untuk pengujian dimana patahnya benda uji ada diluar pusat terletak (daerah 1/3 jarak titik perletakan bagian tengah), dan jarak antara titik pusat dan titik patah kurang dari 5 % dari jarak antara titik perletakan maka kuat lentur beton dihitung menurut persamaan sebagai berikut ini.

$$\sigma = \frac{P.a}{b.h^2} \quad (2.4)$$

Dengan pengertian :

- σ = kuat lentur benda uji (MPa)
- P = beban maksimum yang diterapkan ditunjukkan oleh mesin uji (N)
- L = panjang bentang (mm)
- b = lebar tampang lintang patah arah horizontal (mm)
- h = lebar tampang lintang patah arah vertikal (mm)
- a = jarak rata-rata antara tampang lintang patah dan tumpuan luar yang terdekat, diukur pada 4 tempat pada sudut dari bentang (mm)

Metode uji yang digunakan tanpa adanya gaya geser menggunakan uji kuat lentur beton dengan dua titik pembebanan, hal ini bisa terjadi karena ditengah bentang benda uji tidak mendapatkan gaya yang merusak kuat lentur beton menjadi tidak murni. Diagram *SFD* dan *BMD* pada benda uji menggunakan metode dua titik pembebanan disajikan pada Gambar 2.4.



Gambar 2. 4 *SFD* dan *BMD* pada uji lentur dua titik pembebanan