

## STUDI ANALISIS LENTUR BALOK YANG MENGALAMI PROSES Pengeroposan BETON TINJAUAN DAERAH LAPANGAN

Firmansyah

Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Jakarta

Nadia

Dosen Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Jakarta

Email : nd7988@yahoo.co.id

**ABSTRAK :** Beton adalah bahan bangunan yang paling penting dalam setiap pembangunan, terutama dalam hal-hal kemudahan pengerjaannya dan juga pelaksanaannya serta perawatannya. Tapi dalam pelaksanaan pengecoran, penuangan ke cetaknya dan pematatan yang tidak sempurna, maka campuran beton tidak akan menjadi homogen. Hal ini yang mengakibatkan rongga-rongga didalam beton yang menyebabkan beton menjadi keropos. Maka dari itu akan diteliti, bagaimana pengaruh keropos pada posisi didaerah lapangan balok beton ini terhadap kuat lenturnya. Dan apakah grouting dapat menyelesaikan masalah ini. Berdasarkan hasil dari sejumlah pengujian, dengan SNI 03-4431-1997, Metode Pengujian Kuat Lentur Normal dengan Dua Titik Pembebanan. analisis dan pembahasan di dapatkan Tegangan lentur pada balok beton keropos mengalami penurunan kuat lentur sebesar 20% terhadap kuat lentur balok yang tanpa mengalami keropos (normal). Tegangan lentur pada balok beton yang sudah di-grouting mengalami penurunan kuat lentur sebesar 13.33% terhadap kuatlenturbalok yang tanpa mengalami keropos (normal).Tegangan lentur pada balokbeton yang keropos mengalami penurunan kuat lentur sebesar 6.67% terhadap kuatl entu rbalok yang sudah di-grouting.

**Kata kunci :** Beton, SNI, Keropos, grouting, Kuat Lentur, Normal

**ABSTRACT:** Concrete is the most important building material in any construction, especially in matters of convenience works and implementation and maintenance. But the implementation of the foundry, casting and solidification formwork imperfect, then mix concrete will not be homogeneous. This is a result of cavities within the concrete causing the concrete to become brittle. Thus it will be observed, the influence of loss on the position of Concrete Beams Field area is strong against bending. And if grouting can solve this problem. Based on the results of a test, with SNI 03-4431-1997, Flexural Strength Testing Methods Normal With Two final two points.analysis and discussion on the bending stress get the concrete beam flexural strength loss decreased by 20% compared to the beam flexural strength without experiencing loss (normal). Bending stress in the beam is in the grouting concrete flexural strength decreased by 13.33% of the beam flexural strength without experiencing loss (normal). Bending stress in the porous concrete beam flexural strength decreased by 6.67% against the beam flexural strength already in the grouting.

**Keywords:** Concrete, SNI, Brittle, in Grouting, flexible Strong, Normal

### PENDAHULUAN

Beton adalah salah satu bahan bangunan yang paling penting dalam setiap pembangunan, terutama dalam hal

kemudahan pengerjaannya, pelaksanaannya dan perawatannya. Tapi dalam pelaksanaan pengecoran, penuangan kedalam cetakan (bekisting) dan pematatan yang tidak

sempurna, campuran beton bisa tidak homogen. Hal ini yang mengakibatkan terdapat rongga didalam beton (beton keropos). Pada waktu pengecoran struktur balok, keropos sering diakibatkan oleh:

Pada struktur balok, keropos ini dapat terjadi di beberapa posisi, salah satunya adalah posisi di lapangan (titik antara 2 tumpuan).

### **RUMUSAN MASALAH**

Keropos pada beton, merupakan perlemahan struktur yang dalam hal ini dapat mengurangi kekakuan / kekuatan beton, sehingga akan mempengaruhi kuat lenturnya. Cara-cara umum yang dilakukan untuk mengisi rongga-rongga udara pada beton keropos adalah dengan cara grouting. Namun apakah grouting ini dapat mengembalikan fungsi beton itu sendiri seperti beton asli (tanpa keropos)? Dengan demikian kondisi balok beton yang keropos, tidak keropos maupun setelah di-grouting perlu diteliti pengaruhnya terhadap kuat lenturnya.

### **MAKSUD DAN TUJUAN**

1. Untuk mengetahui pengaruh keropos diposisi daerah lapangan balok terhadap kuat lentur beton.
2. Untuk mengetahui pengaruh keropos setelah digrouting diposisi daerah lapangan balok terhadap kuat lentur beton. antara para pihak tersebut dalam suatu kontrak konstruksi.

### **LANDASAN TEORI**

#### **Beton**

Beton adalah campuran antara semen Portland atau semen hidrolik yang lain,

agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahantambahan yang membentuk massa padat (SNI 03-2847-2002).

Beton normal adalah beton yang mempunyai berat sisi antara 2200 sampai dengan 2500 kg/m<sup>3</sup> dengan bahan penyusun air, pasir, semen portland dan batu alam baik yang dipecah atau tidak, tanpa menggunakan bahan tambahan (SNI 03-2834-1992).

Beton dibentuk oleh pengerasan campuran semen, air, agregat halus, agregat kasar (batu pecah / kerikil), udara dan kadang-kadang campuran tambahan lainnya. Campuran yang masih plastis ini dicor ke dalam acuan dan dirawat untuk mempercepat reaksi hidrasi campuran air-semen yang menyebabkan pengerasan beton. Bahan yang terbentuk ini mempunyai kekuatan tekan tinggi dan ketahanan tarik yang rendah, atau kira-kira kekuatan tariknya 0,1 kali kekuatan terhadap tekan. Maka penguatan tarik atau geser harus diberikan pada daerah tarik dari penampang untuk mengatasi kelemahan pada daerah tarik dari elemen beton bertulang (Edward G. Nawy).

Dari pemakaiannya yang begitu luas maka dapat diduga bahwa struktur beton mempunyai banyak keunggulan dan kelemahan dibandingkan materi struktur yang lain (Antonio dan Nugraha

#### **Semen (Portland Cement)**

Portland cement merupakan bahan pengikat utama untuk adukan beton dan pasangan batu yang digunakan untuk menyatukan bahan

menjadi satu kesatuan yang kuat. Jenis atau tipe semen yang digunakan merupakan salah

satu faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton.

### **Agregat**

Pada beton biasanya terdapat sekitar 70% sampai 80 % volume agregat terhadap volume keseluruhan beton, karena itu agregat mempunyai peranan yang penting dalam properti suatu beton (Mindess et al). Agregat ini harus bergradasi sedemikian rupa sehingga seluruh massa beton dapat berfungsi sebagai satu kesatuan yang utuh, homogen, rapat, dan variasi dalam perilaku (Edward G. Nawy). Dua jenis agregat adalah :

#### **A. Agregat halus (pasir alami dan buatan)**

Agregat halus disebut pasir, baik berupa pasir alami yang diperoleh langsung dari sungai atau tanah galian, atau dari hasil pemecahan batu. Agregat halus adalah agregat dengan ukuran butir lebih kecil dari 4,75 mm (ASTM C 125-06). Agregat yang butir-butirnya lebih kecil dari 1,2 mm disebut pasir halus, sedangkan butir-butir yang lebih kecil dari 0,075 mm disebut silt, dan yang lebih kecil dari 0,002 mm disebut clay (SK SNI T-15-1991-03). Persyaratan mengenai proporsi agregat dengan gradasi ideal yang direkomendasikan terdapat dalam standar (ASTM C 33-03) "Standard Specification for Concrete Aggregates".

#### **B. Agregat kasar**

Menurut (ASTM C 33-03) dan (ASTM C 125-06), agregat kasar adalah agregat dengan ukuran butir lebih besar dari 4,75 mm.

Persyaratan mengenai proporsi gradasi saringan untuk campuran beton berdasarkan standar yang direkomendasikan (ASTM C 33-

03) "Standard Specification for Concrete Aggregates".

### **Air**

Fungsi dari air disini antara lain adalah sebagai bahan pencampur dan pengaduk antara semen dan agregat. Pada umumnya air yang dapat diminum memenuhi persyaratan sebagai air pencampur beton, air ini harus bebas dari padatan tersuspensi ataupun padatan terlarut yang terlalu banyak, dan bebas dari material organik (Mindess et al).

Persyaratan air sebagai bahan bangunan, sesuai dengan penggunaannya harus memenuhi syarat menurut Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia (PUBI-1982), antara lain:

### **Bahan additive**

Bahan tambah (additive) ditambahkan pada saat pengadukan dilaksanakan. Bahan tambah (additive) lebih banyak digunakan untuk penyemenan (cementitious), jadi digunakan untuk perbaikan kinerja. Menurut standar (ASTM C 494/C494M - 05a), accelerating admixtures

### **Lentur pada balok beton**

Beban yang bekerja pada struktur, baik yang berupa grafitasi (berarah vertikal) maupun beban-beban lain, seperti beban angin (dapat berarah horisontal), atau juga beban karena susut dan beban karena perubahan temperature, menyebabkan adanya lentur. Lentur pada balok merupakan akibat dari adanya regangan yang timbul karena adanya beban luar.

Apabila suatu gelagar balok bentang sederhana menahan beban yang mengakibatkan timbulnya momen lentur, akan terjadi deformasi lentur didalam balok tersebut pada kejadian momen lentur positif, tegangan tekan akan terjadi dibagian atas dan tegangan tarik terjadi dibagian bawah dari penampang. Tegangan-tegangan tersebut harus ditahan oleh balok, yaitu tegangan tekan disebelah atas dan tegangan tarik disebelah bawah. Jika beban bertambah, maka pada balok terjadi deformasi dan tegangan tambahan yang mengakibatkan bertambahnya retak lentur pada balok.

Bila beban semakin bertambah, pada akhirnya terjadi keruntuhan elemen struktur, yaitu pada saat beban luarnya mencapai kapasitas elemen. Karena itu penampangnya harus di-design sedemikian rupa sehingga tidak terjadi retak berlebihan pada saat beban bekerja serta masih mempunyai kekuatan cadangan untuk menahan beban dan tegangan tanpa mengalami keruntuhan, untuk memperhitungkan kemampuan dan kapasitas dukung komponen struktur beton terlentur (balok, plat, dinding dan sebagainya), sifat utama bahwa bahan beton kurang mampu menahan tegangan tarik akan menjadi dasar pertimbangan. Apabila bebannya bertambah, maka pada balok terjadi deformasi dan regangan tambahan yang mengakibatkan timbulnya (atau bertambahnya) retak lentur disepanjang balok.

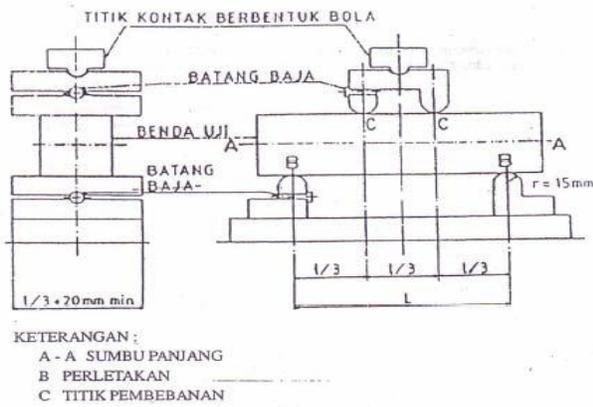
Tegangan-tegangan lentur merupakan hasil dari momen lentur luar. Tegangan ini hampir selalu menentukan dimensi geometris penampang beton bertulang. Proses design yang mencakup pemilihan dan analisis

penampang biasanya dimulai dengan pemenuhan persyaratan terhadap lentur.

Pada saat beton struktur bekerja menahan beban-beban yang dipikulnya, balok beton akan tegangan-tegangan pada badannya. Salah satu tegangan yang terjadi adalah tegangan tarik akibat lenturan dari pada serat tepi bawah pada balok dengan tumpuan sederhana. Hampir semua balok yang langsing mengalami tegangan akibat lentur (Yatna Supriyatna).

Kekuatan lentur merupakan kekuatan beton dalam menahan lentur yang umumnya terjadi pada balok struktur. Kuat lentur dapat diteliti dengan membebani balok pada tengah-tengah bentang atau pada tiap sepertiga bentang dengan beban titik. Beban ditingkatkan sampai kondisi balok mengalami keruntuhan lentur, dimana retak utama yang terjadi terletak pada sekitar tengah-tengah bentang.

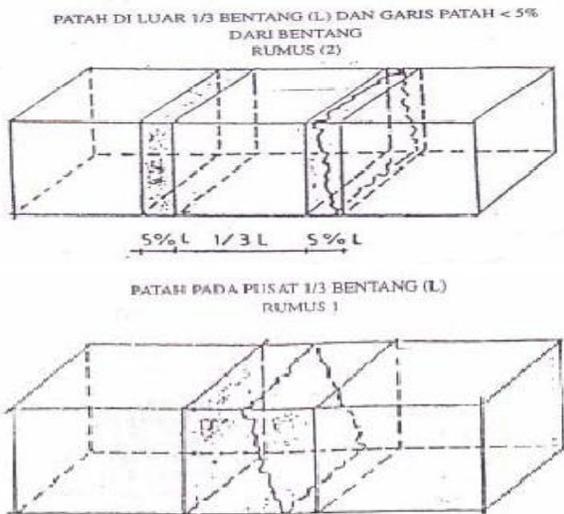
Besarnya momen akibat gaya pada saat runtuh ini merupakan kekuatan maksimal balok beton dalam menahan lentur. Benda uji untuk pengujian kuat lentur beton mempunyai dimensi standar lebar 15 cm, tebal 15 cm, panjang 53 cm. Secara matematis kuat lentur beton dihitung dengan persamaan metode pengujian kuat lentur normal dengan dua titik pembebanan (SNI 03-4431-1997):



Gambar 1. Dengan dua titik pembebanan



Gambar 2. Penampang benda uji dengan sistem dua titik pembebanan



Gambar 3. Benda uji patah pada 1/3 bentang

Untuk Pengujian dimana patahnya benda uji ada di luar pusat (diluar daerah 1/3 jarak titik perletakan) di bagian tarik beton, dan jarak antara titik pusat dan titik patah kurang dari 5% dari panjang titik perletakan maka kuat lentur betondihitung menurut persamaan:

$$\sigma_1 = \frac{3P \cdot a}{b \cdot h^2}$$

Untuk benda uji yang patahnya di luar 1/3 lebar pusat pada bagian tarik betondan jarak antara titik pembebanan dan titik patah lebih dari 5% bentang, hasilpengujian tidak dipergunakan.



Gambar 4. Benda uji patah diluar 1/3 bentang dan garis > 5%

### Grouting

Pekerjaan injeksi beton dan grouting sangat cocok untuk daerah perbaikan yang sulit. Jenis kerusakan ini timbul karena pengerjaan beton yang kurang baik, agregat terlalu kasar, kurangnya butiran halus yang termasuk semen, faktor air semen tidak tepat, pemadatan yang tidak sempurna karena rapatnya tulangan, pasta semen keluar dari cetakan yang tidak rapat dan lain-lainnya.

Kerusakan semacam ini biasanya disebabkan oleh cetakan (bekisting) yang tidak rapi atau

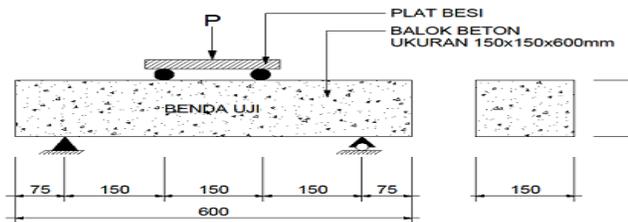
rapat. Hal ini menyebabkan pasta semen mengalir keluar, yang mengakibatkan beton keropos. Dengan menginjeksi bahan grouting yang relatif cair ke dalam cetakan, sehingga ikatan antara tulangan dan beton kembali seperti semula dan beton pun dianggap masif. Tekanan injeksi beton untuk perbaikan retakan dan grouting untuk perbaikan dimensi beton (ASTM C-1107).

**HASIL PENELITIAN**

**Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton**

Kuat lentur adalah kemampuan beton yang diletakan pada dua perletakan untuk menahan gaya dengan arah tegak lurus sumbu benda uji yang diberikan padanya sampai benda uji tersebut patah. (SNI 03-4431-1997).

Dari hasil kuat lentur balok beton ukuran 150x150x600mm pada umur beton 28 hari dapat dilihat pada tabel berikut ini :



Gambar 5. Pengujian kuat lentur yang telah dilaksanakan

- a. Kuat lentur untuk benda uji dalam kondisi normal
- b. Kuat lentur untuk benda uji dalam kondisi keropos
- c. Kuat lentur untuk benda uji dalam kondisi keropos sudah di-grouting (perbaikan) dengan menggunakan sika grout 215.

Data pengujian di Laboratorium Sipil Universitas Muhammadiyah Jakarta.

Tabel 1. Benda uji kondisi normal

Benda uji	Umur pawa n	Tgl pembuatan	Tgl pengetesan	Hasil penge tesan (KN)
A1	28	21/11/2012	20/12/2012	7,5
A2	28	21/11/2012	20/12/2012	7,5
A3	28	21/11/2012	20/12/2012	7,5
A4	28	21/11/2012	20/12/2012	7

Tabel 2. Benda uji kondisi keropos

Benda uji	Umur pawa n	Tgl pembuatan	Tgl pengetesan	Hasil penge tesan (KN)
B1	28	28/11/2012	27/12/2012	6
B2	28	28/11/2012	27/12/2012	6
B3	28	28/11/2012	27/12/2012	6,5
B4	28	28/11/2012	27/12/2012	6

Tabel 3. Benda uji kondisi telah di-grouting

Benda uji	Umur pawa n	Tgl pembuatan	Tgl grouting	Tgl pengetesan	Hasil penge tesan (KN)
C1	28	21/11/2012	20/12/2012	27/12/2012	6,5
C2	28	21/11/2012	20/12/2012	27/12/2012	7
C3	28	21/11/2012	20/12/2012	27/12/2012	6,5
C4	28	21/11/2012	20/12/2012	27/12/2012	6,5

**ANALISIS RATA - RATA PERBANDINGAN**

Tabel 4. Rata-rata perbandingan Benda Uji

Kondisi	Tegangan lentur
normal	0,5
keropos	0,4
<i>grouting</i>	0,433

Maka dari tersebut kita harus menghitung nilai perbandingannya dengan cara sebagai berikut :

Perbandingan normal ke normal  

$$= \frac{0,5}{0,5} \times 100 = 100.00\%$$

Perbandingan keropos ke normal  

$$= \frac{0,4}{0,5} \times 100 = 80.00\%$$

Perbandingan *grouting* ke normal  

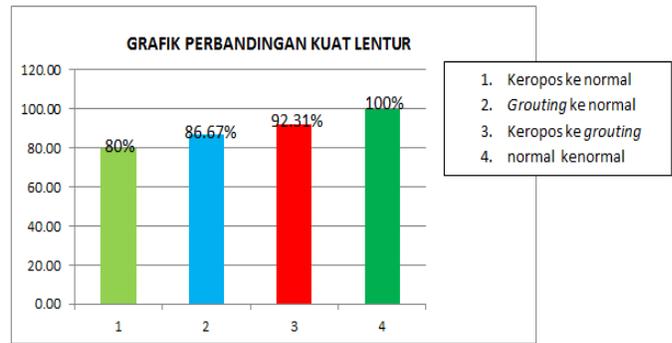
$$= \frac{0,433}{0,5} \times 100 = 86.67\%$$

Perbandingan keropos ke *Grouting*  

$$= \frac{0,4}{0,433} \times 100 = 92.31\%$$

Tabel 5. Perhitungan Benda Uji

Kondisi	Perhitungan % reduksi
normal	100.00
Keropos ke normal	80.00
<i>Grouting</i> ke normal	86.67
Keropos ke <i>grouting</i>	92.31



Gambar 6. Hasil pengujian kuat lentur beton

**KESIMPULAN**

1. Tegangan lentur pada balok beton yang keropos posisi di tengah-tengah (daerah lapangan) mengalami penurunan kuat lentur sebesar 20% terhadap kuat lentur balok yang tanpa mengalami keropos (normal).
2. Tegangan lentur pada balok beton yang sudah di-grouting posisi di tengah-tengah (daerah lapangan) mengalami penurunan kuat lentur sebesar 13.33% terhadap kuat lentur balok yang tanpa mengalami keropos (normal).
3. Tegangan lentur pada balok beton yang keropos posisi di tengah-tengah (daerah lapangan) mengalami penurunan kuat lentur sebesar 6.67% terhadap kuat lentur balok yang sudah di-grouting.
4. Kondisi balok yang mengalami keropos di posisi lapangan dengan luas berkisar 5% kuat lenturnya mengalami penurunan sebesar 20 % terhadap kondisi beton normal.
5. Kondisi beton yang mengalami keropos dan sudah mengalami perbaikan dengan di-grouting tetap hasil tegangan lenturnya

lebih rendah terhadap beton kondisi normal.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

1. Antonidan Paul Nugraha, *Teknologibeton, Andi Offset, Yogyakarta 2003*
2. ASTM C 33-03, *Standart Specification For Concrete Agregat, 2003*
3. ASTM C 125-03, *StandartTerminology Relating to Concrete and Concrete Agregat, 2003*
4. ASTM C 150-05, *Standart Specification For Portland Cement, 2005*
5. ASTM C 494/C 494M-05, *Standart Specification for Chemical Admixtures for Concrete2005*
6. ASTM C 1107-05, *Standart Specification for Packaged Dry, Hydrolic-Cement Grout 2005*
7. Mulyono,Tri. *Teknologi Beton. Penerbit Andi Offset, Yogyakarta 2003*
8. Mindess, S., Young, J.F., and Darwin, D., *Concrete second edition, New Jersey: Prentice Hall 2003*
9. Sjafe iAmri,*Teknologi Beton A-Z.Yayasan John Hi-tech Idetama Jakarta 2004*
10. Sugiyono, *Statistika Untuk Penelitian. Penerbit Alfabeta, Bandung 2006*