

## CRACKS IN REINFORCED CONCRETE BEAM

### RETAK PADA BALOK BETON BERTULANG

Samuel Layang

Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan  
Universitas Palangka Raya, Kampus UPR Tunjung Nyaho, Jl. H. Timang

Email: samuel.layang@ptb.upr.ac.id

#### ABSTRACT

Cracks in concrete cannot be prevented but the size of the cracks can be controlled. Cracks that occur in concrete are strongly influenced by the nature and characteristics of the concrete constituent materials, especially cement and water. Cracks can occur in the fresh and hard concrete phases. Cracks that occur in concrete can be grouped into two, non-structural cracks and structural cracks. There are several types of non-structural cracks such as crazing, map cracking, plastic cracking due to shrinkage, plastic cracking due to settlement, cracking due to drying shrinkage, cracking due to temperature changes, cracking due to chemical reactions. Structural cracks can be caused by the effects of vibration, earthquake and loads that work beyond capacity. Cracks in concrete beams can be in the form of flexural cracks, web shear cracks, flexure-shear cracks, torsion cracks, bond cracks. The failure that occurs in the beam has a close relationship with the pattern of cracks formed. Cracks that occur in the beam must be repaired so that the damage does not get worse and efforts to strengthen the structure to ensure it remains safe.

**Key words:** *Crack, Type of crack*

#### ABSTRAK

Retak pada beton tidak dapat dicegah namun ukuran retak dapat dikontrol. Retak yang terjadi pada beton sangat dipengaruhi oleh sifat dan karakteristik dari material penyusun beton terutama semen dan air. Retak dapat terjadi pada fase beton segar dan beton keras. Retak yang terjadi pada beton dapat dikelompokkan menjadi dua, retak nonstruktural dan retak struktural. Ada beberapa tipe retak nonstruktural seperti *crazing*, *map cracking*, retak plastis akibat penyusutan, retak plastis akibat penurunan, retak akibat susut pengeringan, retak akibat perubahan temperatur, retak akibat reaksi kimia. Retak struktural dapat disebabkan oleh karena pengaruh getaran, gempa dan beban yang bekerja melebihi kapasitas. Retak pada balok beton dapat berupa retak lentur, retak miring, retak geser lentur, retak puntir, retak lekatan. Keruntuhan yang terjadi pada balok mempunyai hubungan yang erat dengan pola retak yang terbentuk. Retak yang terjadi pada balok harus diperbaiki agar kerusakan tidak bertambah parah dan usaha untuk memperkuat struktur untuk menjamin struktur tetap aman.

**Kata Kunci :** *Retak, Jenis retak*

#### PENDAHULUAN

Beton merupakan salah material yang banyak digunakan dalam pekerjaan konstruksi karena memiliki beberapa kelebihan diantaranya memiliki kuat tekan yang tinggi, mudah dibentuk, material pembentuk beton seperti pasir dan kerikil mudah diperoleh dari daerah setempat (Layang, 2021b) (Polii, Sumajouw, & Windah, 2015). Kuat tekan beton sangat dipengaruhi kekuatan pasta semen, rekatan antara pasata dan agregat, kekuatan agregat (Tjokrodimulyo, 1996). Selain itu, beton juga memiliki kelemahan terutama terhadap gaya tarik. Hal ini merupakan salah satu faktor yang menyebabkan terjadinya retak pada beton khususnya pada struktur yang menerima momen lentur seperti balok dan pelat.

Retak pada beton merupakan hal yang pasti terjadi dan tidak dapat dicegah. Namun ukuran retak dapat dikontrol dengan menggunakan tulangan. Retak yang terjadi pada beton bertulang sangat

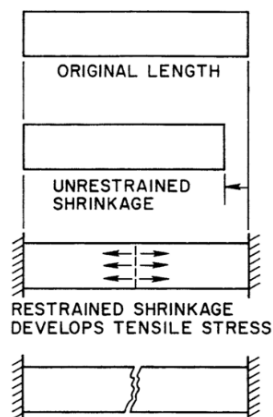
mempengaruhi kinerja tulangan. Jika retak sampai tulangan akan menyebabkan terjadinya delaminasi (lepasnya selimut beton dari struktur pelat beton akibat baja tulangan mengalami oksidasi) dan *spalling* (terkelupasnya permukaan beton akibat korosi baja tulangan atau tumbukan) (Layang, 2021a).

#### RETAK PADA BETON

Secara umum retak yang terjadi pada beton dapat dikelompokkan menjadi 2 (dua), yaitu retak nonstruktural dan retak struktural. Retak nonstruktural dapat terjadi akibat adanya tegangan yang diinduksi secara internal dalam material bangunan. Retak jenis ini tidak berpengaruh secara langsung terhadap kekuatan struktur. Ada beberapa tipe retak nonstruktural (Hidayat & M, 2009) (Saputra Gunawan, Taran, Sudjarwo, & Buntoro, 2014).

1. *Crazing*, retak ini terjadi karena pasir yang ukurannya halus digunakan dalam jumlah yang

- banyak dan biasanya terjadi pada pekerjaan plesteran dinding.
2. *Map Cracking*, retak ini terjadi akibat semen yang digunakan terlalu banyak.
  3. Retak plastis akibat penyusutan, biasanya terjadi dalam waktu 1 hingga 8 jam setelah *placing* pada cetakan, hal ini terjadi karena beton sangat cepat mengalami kehilangan air yang dipengaruhi udara, suhu, kelembaban, dan kecepatan angin di permukaan beton.
  4. Retak plastis akibat penurunan, beton yang selesai dicor memiliki kecenderungan untuk terus mampat. Selama periode ini, beton plastis mungkin ditahan oleh tulangan. Perletakan setempat ini dapat menyebabkan rongga di bawah tulangan dan retak di atas tulangan. Retak plastis akibat penurunan akan meningkat seiring dengan meningkatnya diameter tulangan dan nilai slump serta berkurangnya tebal selimut beton.
  5. Retak akibat susut pengeringan (*drying shrinkage cracking*), terjadi akibat pengeringan yang mana kadar air dalam pasta semen berkurang. Perilaku retak akibat *drying shrinkage cracking* dijelaskan pada gambar berikut.

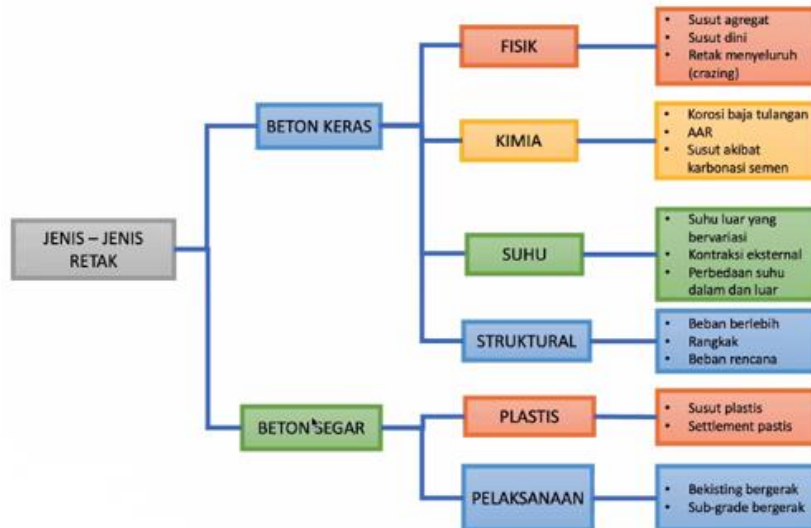


Gambar 1. Retak Akibat Pengaruh *Drying Shrinkage* (ACI, 2008)

- Pada saat terjadi susut pengeringan, tidak terjadi retak pada elemen beton yang tidak terkekang. Namun pada elemen yang terkekang, apabila tegangan tarik yang terjadi lebih besar dari kekuatan tarik beton, maka akan terjadi retak.
6. Retak akibat perubahan temperatur, perbedaan suhu antara bagian luar dan dalam beton akan menghasilkan perubahan volume yang pada akhirnya menyebabkan retak.
  7. Retak akibat reaksi kimia, beton dapat pecah seiring dengan waktu akibat reaksi ekspansif yang berkembang secara perlahan antara agregat yang mengandung silika aktif dan basa yang berasal dari hidrasi semen, bahan tambah atau sumber eksternal (air curing, air tanah, dan alkaline yang ditaruh atau digunakan pada permukaan beton yang sudah kering)

Retak struktural dapat disebabkan karena pengaruh getaran (vibrasi), gempa dan beban yang bekerja melebihi kapasitas sehingga dapat membahayakan bangunan (Saputra Gunawan et al., 2014). Retak nonstruktural dapat disebabkan oleh pengaruh lentur, geser, dan torsi yang biasa terlihat pada elemen struktural seperti balok, kolom, dan pelat lantai.

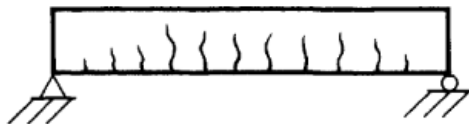
Secara umum jenis retak pada beton segar dan beton keras ditampilkan pada diagram berikut.



Gambar 2. Diagram Jenis Retak Beton (Lani Tjakranata, 2021)

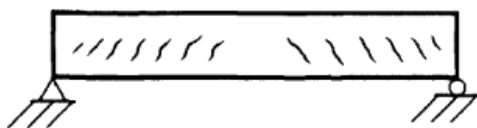
Retak yang terjadi pada balok beton bertulang dibedakan menjadi (Jack C. McCormac; James K. Nelson, 2005)

1. Retak lentur, terlihat vertikal yang dimulai dari sisi balok yang menerima gaya tarik sampai pada sumbu netral. Untuk balok dengan beban merata yang seragam, lebar retak pada bagian tengah balok lebih besar karena momen lentur yang terjadi pada bagian tengah balok lebih besar dibanding bagian lain.



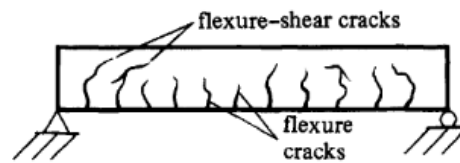
Gambar 3. Retak Lentur

2. Retak miring, disebut juga retak geser web karena terjadi pada bagian web (badan) balok beton bertulang, dapat terjadi secara bebas atau kelanjutan dari retak lentur.



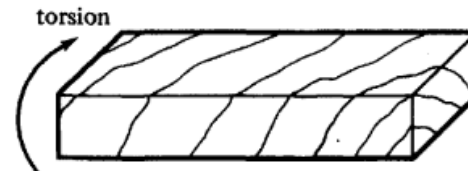
Gambar 4. Retak Geser Web

3. Retak geser lentur, terjadi akibat pengaruh gaya geser dan momen lentur secara bersamaan. Umumnya retak ini terjadi balok prategang dan non prategang.



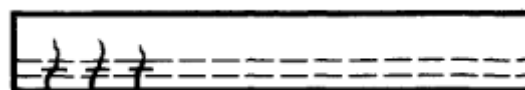
Gambar 5. Retak Geser Lentur

4. Retak puntir (*torsion crack*), retak ini sama halnya dengan retak miring hingga melingkar di sekeliling balok.



Gambar 6. Retak Puntir

5. Retak lekatan, terjadi akibat pemisahan antara beton dan tulangan di sepanjang tulangan.



Gambar 7. Retak Lekatan

Pengaruh pembebanan, *drying shrinkage*, taraf pembebanan yang tinggi dalam waktu lama akan berpengaruh pada penambahan jumlah dan ukuran retak mikro (*microcracking*) (Mehta & Paulo J. M. Monteiro, 2006). Retak mikro terjadi di sepanjang batas antara agregat dan pasta semen (ACI, 2008).

**KONTROL RETAK LENTUR**

ACI 224R-01 memberikan batasan lebar retak maksimum yang diijinkan seperti pada tabel 1.

Tabel 1. Lebar Retak Maksimum

Kondisi Lingkungan	Lebar Retak yang Diijinkan (mm)
Udara kering	0,41
Udara lembab, tanah	0,30
Larutan bahan kimia	0,18
Air laut dan percikan air laut	0,15
Struktur penahan air	0,10

(ACI, 2008)

Persamaan empiris yang banyak digunakan untuk menghitung lebar retak adalah persamaan yang dikembangkan oleh Gergely-Lutz (Agus Setiawan, 2016)

$$w = 11 \cdot \beta \cdot f_s \cdot \sqrt[3]{A \cdot d_c \cdot 10^{-6}}$$

dengan:

$w$  = lebar retak (mm)

$\beta$  = perbandingan jarak dari serat tarik terluar beton ke sumbu netral dengan jarak dari titik berat tulangan tarik ke sumbu netral (balok,  $\beta = 1,20$ ; pelat satu arah yang tipis,  $\beta = 1,35$ )

$f_s$  = tegangan tulangan baja (MPa), nilainya dapat diambil sebesar  $0,6f_y$

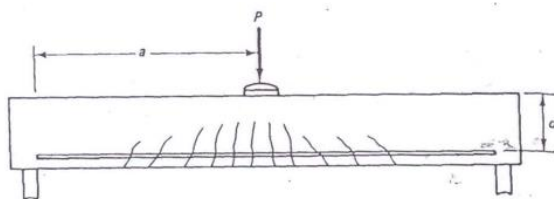
$d_c$  = tebal selimut tulangan (jarak dari serat tarik terluar ke pusat tulangan)

$A$  = luas daerah tarik beton efektif di sekeliling tulangan utama dibagi dengan jumlah tulangan

#### HUBUNGAN POLA RETAK DAN JENIS KERUNTUHAN PADA BALOK

Pola retak yang terlihat pada balok dapat memberikan informasi terkait jenis keruntuhan yang terjadi. Terdapat 3 (tiga) jenis keruntuhan berdasarkan kelangsingan balok (Edward G. Nawy, 2009).

1. Keruntuhan lentur, keruntuhan ini cenderung terjadi pada balok yang semakin langsing. Pada keruntuhan ini perbandingan antara bentang geser ( $a$ ) dan tinggi efektif penampang ( $d$ ) harus lebih besar dari 5,5 untuk beban terpusat dan lebih dari 15 untuk beban merata.

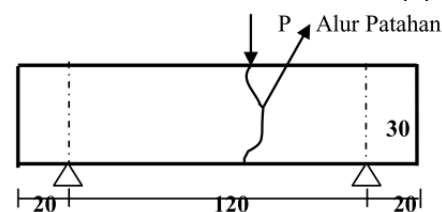


Gambar 8. Keruntuhan Lentur

Mointi melakukan penelitian dengan menggunakan benda uji balok beton bertulang dengan ukuran 20x30x160 cm yang bertujuan untuk mengetahui perbandingan antara hasil perhitungan analitis dan eksperimental terhadap lebar dan panjang retak serta pola retak yang terjadi dengan satu titik pembebanan. Berdasarkan hasil pengujian, pola retak yang terjadi adalah retak lentur, yang mana retak

dimulai dari serat balok bagian bawah yang menerima gaya tarik, bergerak ke arah beban hingga balok mengalami kegagalan (*failure*) (Mointi, 2014).

(1)



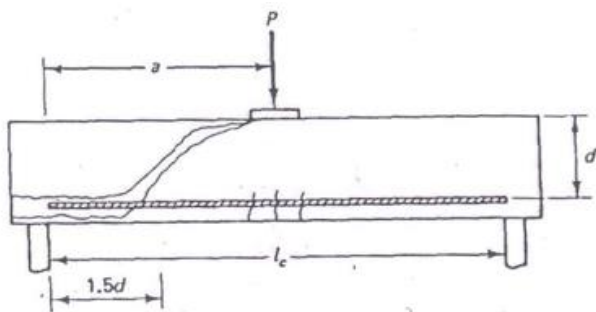
Gambar 9. Pola Retak Lentur

Demikian halnya dengan penelitian yang dilakukan Layang & Wiratno, yang mempelajari perilaku lentur balok beton bertulang tunggal yang menggunakan kerikil bulat dan batuh pecah. Benda uji balok yang digunakan dengan ukuran penampang 15x15 cm dan panjang 60 cm. Hasil pengujian memperlihatkan bahwa kedua tipe balok mengalami keruntuhan lentur, terlihat dari pola retak yang terjadi menunjukkan retak lentur.



Gambar 10. Keruntuhan Lentur Balok (Layang &amp; Wiratno, 2013)

2. Keruntuhan tarik diagonal, keruntuhan ini terjadi apabila kekuatan balok dalam tarik diagonal lebih kecil daripada keruntuhan lenturnya. Perbandingan antara bentang geser dan tinggi efektif penampang bervariasi antara 2,5 – 5,5 untuk beban terpusat dan berkisar antara 11 – 16 untuk beban merata.

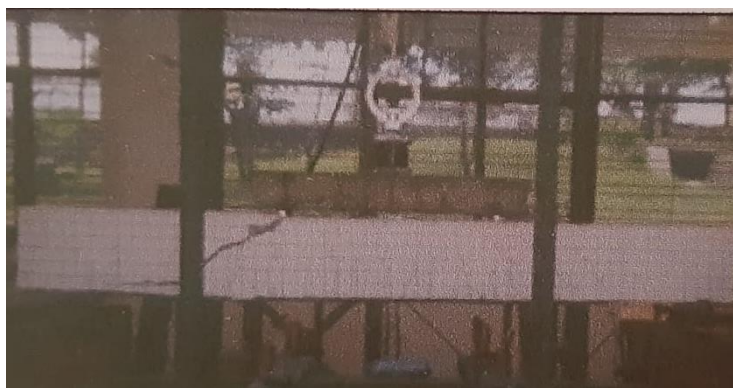


Gambar 11. Keruntuhan Tarik Diagonal

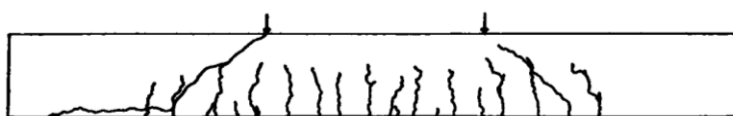
Karakteristik keruntuhan tarik diagonal berbeda dibanding keruntuhan lentur. Pada keruntuhan lentur, retak dimulai dari sisi yang mengalami gaya tarik bergerak vertikal ke arah beban. Pada

keruntuhan tarik diagonal, retak dimulai dari tumpuan dan bergerak miring ke arah beban. Jenis keruntuhan ini sangat berbahaya karena terjadi secara tiba-tiba dan seringkali tidak memberikan tanda-tanda seperti lendutan yang semakin besar.

Layang dalam penelitian tahun 2006 mempelajari perilaku keruntuhan balok beton ringan (agregat kasar batu apung/pumice) dan beton normal dengan tambahan tambahan abu terbang (fly ash). Penelitian ini menggunakan benda uji balok dengan ukuran penampang 20x30 cm dan panjang 270 cm. Hasil pengujian pada balok beton ringan menunjukkan bahwa balok mengalami keruntuhan tarik diagonal.



(a)



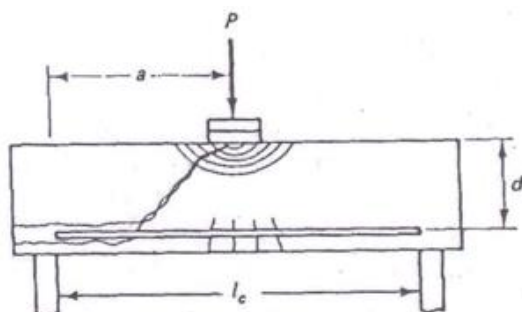
Gambar 12. (a) Pengujian Balok; (b) Pola Retak yang Terbentuk (Layang, 2006)

3. Keruntuhan tekan geser, keruntuhan ini terjadi pada balok yang mempunyai perbandingan antara bentang geser dan tinggi efektif penampang sebesar 1,5 untuk beban terpusat dan kurang dari 5 untuk beban merata.

**PENANGANAN MASALAH RETAK**

Retak yang terjadi pada balok beton perlu mendapatkan penanganan yang baik dan segera diperbaiki. Hal ini dimaksudkan untuk mencegah terjadinya kerusakan yang lebih parah dan berakibat buruk pada struktur. Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan sebelum melakukan perbaikan, yaitu penyelidikan informasi, pemeriksaan secara visual, pengujian/pemeriksaan khusus, pemetaan tingkat kerusakan, kuantitas kerusakan dan kapasitas struktur.

Setelah melalui pemeriksaan secara visual dan pemeriksaan khusus akan diketahui jenis retak pada balok, apakah retak non struktural atau retak struktural. Terdapat beberapa metode perbaikan retak (Isneini, 2009), diantaranya:



Gambar 13. Keruntuhan Tekan Geser

1. *Caulking*, teknik ini digunakan untuk perbaikan retak dengan ukuran kecil/menengah dengan menggunakan material bersifat plastic.
2. *Routing dan Sealing*, teknik ini digunakan untuk perbaikan retak yang bersifat *dormant* dan tidak memiliki pengaruh struktural. *Sealant* dapat menggunakan senyawa *epoxy* dan *urethane* yang akan tetap fleksibel pada perubahan temperatur yang besar.
3. *Coating*, teknik ini digunakan untuk perbaikan retak yang terjadi pada bagian permukaan (*near surface*).
4. *Grouting*, teknik perbaikan dengan cara pengecoran menggunakan bahan non-shrink mortar dapat dilakukan secara manual atau memakai pompa. Kelebihan teknik grouting adalah dapat digunakan pada lingkungan yang lembab, dapat digunakan untuk mengisi retakan yang sangat halus. Sedangkan kekurangannya adalah memerlukan tenaga yang terampil dan beberapa jenis grout mudah terbakar serta tidak dapat digunakan dalam ruang tertutup (Woodson, 2009)
5. Injeksi (*injection*), teknik ini digunakan untuk memperbaiki retak-retak yang sempit dengan menyuntikkan epoxy resin.
6. *Shotcreting*, teknik perbaikan dengan cara menembakkan beton atau mortar pada lubang atau permukaan beton yang akan diperbaiki.

Struktur yang telah diperbaiki dengan beberapa metode yang disebutkan di atas tidak dapat mengembalikan kekuatan seperti awal, kemungkinan kekuatannya akan berkurang. Oleh karena itu setelah dilakukan perbaikan, perlu dilakukan asesmen apakah perlu ditindaklanjuti dengan usaha perkuatan. Usaha perkuatan dilakukan untuk memastikan keamanan struktu secara keseluruhan dari bahaya kegagalan (*failure*). Perkuatan struktur balok dapat dilakukan dengan Metode *Plate Bonding*. Namun metode ini mulai jarang digunakan karena waktu pengerjaannya relatif lama, menambah berat sendiri (*selfweight*) struktur, membutuhkan tenaga yang terampil dan biayanya mahal. Alternatif material yang dapat digunakan untuk perkuatan struktur adalah *fiber reinforced polymer* (FRP) karena mempunyai banyak kelebihan diantaranya memiliki kekuatan yang tinggi, ringan, mudah dalam pemasangan, tidak memerlukan bekisting (Hwai-Chung Wu; Christopher D. Emon, 2017).

## KESIMPULAN

Retak pada balok beton tidak dapat dicegah dan sangat dipengaruhi oleh sifat dan karakteristik dari material penyusun beton. Retak dapat terjadi pada fase beton segar dan beton keras. Retak yang terjadi pada beton dapat dikelompokkan menjadi 2, retak nonstruktural dan retak struktural. Ada beberapa tipe retak nonstruktural seperti *crazing*, *map cracking*, retak  
*BALANGA: Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*  
ISSN 2338-426X

plastis akibat penyusutan, retak plastis akibat penurunan, retak akibat susut pengeringan, retak akibat perubahan temperatur, retak akibat reaksi kimia. Retak struktural dapat disebabkan karena pengaruh getaran (vibrasi), gempa dan beban yang bekerja melebihi kapasitas. Retak harus diperbaiki (*repair*) agar kerusakan tidak menjadi lebih parah dan perlu usaha perkuatan (*strengthening*) untuk memastikan struktur tetap aman.

## DAFTAR PUSTAKA

- ACI. (2008). *Control of Cracking in Concrete Structures, ACI Manual of Concrete Practice. ACI Committee 224, 224.2R-1-12*.
- Agus Setiawan. (2016). *Perancangan Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SNI 2847 : 2013*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Edward G. Nawy. (2009). *Reinforced Concrete A Fundamental Approach* (Sixth Edit). New Jersey: Pearson Prentice Hall.
- Hidayat, S., & M, A. S. (2009). *Semen : Jenis & Aplikasinya*. Jakarta: Kawan Pustaka.
- Hwai-Chung Wu; Christopher D. Emon. (2017). *Strengthening of Concrete Structures Using Fiber Reinforced Polymers (FRP)*. Woodhead Publishing Limited.
- Isneini, M. (2009). Kerusakan dan Perkuatan Struktur Beton Bertulang. *Jurnal Rekayasa*, 13(3).
- Jack C. McCormac; James K. Nelson. (2005). *Design of Reinforced Concrete ACI 318-05* (Seventh). John Wiley & Sons.
- Lani Tjakranata. (2021). Short Course: Asesmen Struktur Gedung dan Jembatan Beserta Permasalahannya.
- Layang, S. (2006). *Perbandingan Perilaku Keruntuhan antara Balok Beton Ringan (Batu Apung) Menggunakan Abu Terbang dengan Balok Beton Normal Menggunakan Abu Terbang*. Universitas Brawijaya.
- Layang, S. (2021a). Fiber Reinforced Polymer As a Reinforcing Material for Concrete Structures. *BALANGA: Jurnal Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan*, 9(1), 41-48. <https://doi.org/10.37304/balanga.v9i1.3276>
- Layang, S. (2021b). *Konstruksi Beton Bertulang- Analisa & Desain Balok, Pelat Beton Bertulang Berdasarkan SNI2847:2019* (1st ed.). Yogyakarta: Nas Media Pustaka.
- Layang, S., & Wiratno. (2013). A Comparison of the Flexure Behavior of Normal Concrete Beam Compiled By Gravel and Crushed Stone Perbandingan Perilaku Lentur Antara Balok Yang Menggunakan Kerikil Bulat Dan Batu Pecah Pada Beton Normal. *Jurnal Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan BALANGA*, 1(1), 20-29.
- Mehta, P. K., & Paulo J. M. Monteiro. (2006). *Concrete: Microstructure, Properties, and Materials* (Third

- Edit). McGraw-Hill.
- Mointi, R. (2014). Kajian Eksperimental Mekanisme Retak Pada Balok Beton Bertulang. *Radial*, 2(2), 104–115.
- Polii, R. A., Sumajouw, M. D. J., & Windah, R. S. (2015). Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Agregat Yang Berasal Dari Beberapa Tempat Di Sulawesi Utara. *Jurnal Sipil Statik*, 3(3), 206–211.
- Saputra Gunawan, A., Taran, R., Sudjarwo, P., & Buntoro, J. (2014). Identifikasi Penyebab Kerusakan pada Beton dan pencegahannya. *Jurnal Dimensi Pratama Teknik Sipil*, 3(2), 1–7.
- Tjokrodimulyo, K. (1996). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada.
- Woodson, R. D. (2009). *Concrete Structures (Protection, Repair and Rehabilitation)*. Burlington: Elsevier.