

IDENTIFIKASI PENYEBAB KERUSAKAN PADA BETON DAN PENCEGAHANNYA

Andry Gunawan Saputra¹, Rezky Taran², Prasetio Sudjarwo³, Januar Buntoro⁴

ABSTRAK: Pada proyek-proyek konstruksi di lapangan saat proses konstruksi maupun pasca konstruksi seringkali dapat kita jumpai beragam permasalahan, salah satunya adalah kerusakan pada beton yang dapat mengakibatkan melemahnya struktur. Kerusakan ini dapat kita jumpai pada elemen struktur beton seperti kolom, balok, pelat, dinding beton. Oleh sebab itu, perlunya untuk mencegah kerusakan tersebut dengan melakukan studi kasus mengenai penyebab kerusakan pada beton sehingga penyebab kerusakan dapat diketahui dan diminimalisir. Penelitian ini dilakukan dengan kerja sama pihak aplikator dan pengamatan di lapangan guna mendapatkan data-data yang relevan. Data-data tersebut akan dianalisa penyebab kerusakannya dengan membandingkan dengan teori para ahli, kemudian didapatkan hasil penyebab umum kerusakan beton dan memberikan saran pencegahan yang dapat dilakukan.

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan faktor-faktor penyebab kerusakan beton yaitu tinggi jatuh pengecoran, kesalahan pelepasan bekisting, kesalahan pembesian, *vibrator*, *curing*, dilatasi pengecoran, kegagalan *design*, dan beban tambahan. Kesalahan penggunaan *vibrator* ternyata merupakan faktor yang paling dominan mengakibatkan kerusakan pada beton.

KATA KUNCI: beton, penyebab kerusakan

1. PENDAHULUAN

Pada proyek-proyek konstruksi di lapangan saat proses konstruksi maupun pasca konstruksi seringkali dapat kita jumpai beragam permasalahan, salah satunya adalah kerusakan pada beton. Kerusakan ini dapat kita jumpai pada elemen struktur beton seperti kolom, balok, pelat, dan dinding beton. Permasalahan ini sering mengakibatkan *stake holder* yang terkait dalam proyek menjadi khawatir, karena dampak kerusakan tersebut dapat mengakibatkan melemahnya struktur jika terjadi pada beton elemen struktural. Contoh kerusakan pada beton yang sering dijumpai di lapangan juga ada bermacam-macam seperti retak pada beton, dan *voids* atau *honeycomb*.

Berbagai jenis kerusakan yang terjadi pada beton ini dapat diatasi dengan berbagai macam perbaikan pada beton. Namun pada beberapa kasus, perbaikan pada beton yang kurang baik juga dapat memperburuk keadaan dan beresiko membuat kerusakan lain di bangunan. Oleh karena itu, untuk mencegah kerusakan pada beton, maka perlu untuk melakukan studi kasus mengenai penyebab kerusakan pada beton sehingga kerusakan pada beton ini bisa diminimalisir.

¹ Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, ongcianghao@yahoo.co.id.

² Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, diamond.citizen@gmail.com.

³ Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra Surabaya, sudjarwo@petra.ac.id.

⁴ Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra Surabaya, ybuntoro@petra.ac.id.

2. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

Tujuan dalam penelitian ini adalah untuk mencari tahu penyebab umum kerusakan pada beton yang terdapat di wilayah kota Surabaya dan memberikan pencegahan yang dilakukan untuk menghindari kerusakan pada beton. Manfaat penelitian ini diharapkan dapat memberikan bantuan dan informasi kepada pihak praktisi di lapangan agar dapat melakukan pencegahan terlebih dahulu sebelum terjadi kerusakan pada beton

3. LANDASAN TEORI

3.1. Teori Retak

Retak dapat secara luas diklasifikasikan sebagai retak struktural maupun non – struktural. Retak struktural dapat terjadi karena adanya kesalahan desain atau juga bisa terjadi karena beban yang melebihi kapasitas sehingga dapat membahayakan bangunan. Retak yang ekstensif/menyebar dari balok beton bertulang adalah salah satu contoh retak struktural. Retak non – struktural sebagian besar terjadi karena adanya tegangan yang diinduksi secara internal dalam material bangunan dan umumnya hal ini tidak langsung mengakibatkan melemahnya struktur.

3.2. Lebar Retak

Menurut Ghafur (2009), retak dapat dikenali dengan tiga parameter yaitu lebarnya, panjangnya dan pola umumnya, lebar retak ini sulit diukur karena bentuknya yang tidak teratur (*irregular shape*). Pada fase pengerasan beton terdapat retak mikro, retak ini sulit dideteksi karena terlalu kecil.

Untuk melihat lebar retak mikro biasanya dipergunakan *Crack Microscope* yang lebarnya bervariasi antara 0,125 – 1,0 μm (8 jam pertama setelah pencetakan). Lebar retak minimum yang dapat dilihat oleh mata sebesar 0,13 mm (0,005 in), dikenal dengan retak mikro. Retak mikro apabila dibebani akan menjadi retak mayor atau retak yang lebih besar. Lebar retak maksimum yang diijinkan dapat dilihat pada **Tabel 1** berikut :

Tabel 1. Lebar Retak Maksimum yang Diizinkan

No	Jenis struktur dan kondisi	Toleransi Lebar retak (mm)
1	Struktur dalam ruangan, udara kering, pemberian lapisan kedap air	0,41
2	Struktur luar, kelembaban sedang, tidak ada pengaruh korosi	0,3
3	Struktur luar, kelembaban tinggi, pengaruh kimiawi	0,18
4	Struktur dengan kelembaban tinggi dan dipengaruhi oleh korosi (salju/es, air laut)	0,15
5	Struktur berkaitan dengan air	0,1

Sumber: *ACI Committee 224R (2001)*

3.3. Jenis-Jenis Retak

3.3.1. Retak Plastis Akibat Penyusutan

Retak ini terjadi dalam waktu 1 sampai 8 jam setelah penempatan campuran beton, ketika beton dengan sangat cepat mengalami kehilangan air yang disebabkan beberapa faktor meliputi udara, suhu beton, kelembapan, dan kecepatan angin di permukaan beton. Ketika air menguap dari permukaan beton yang baru saja ditempatkan lebih cepat daripada *bleed water*, permukaan beton akan menyusut. Beton yang tidak mengalami *bleeding* akan menyusut karena tahanan yang diberikan oleh beton dibawah lapisan permukaan yang mengering. Tegangan – tegangan tarik berkembang di beton yang lemah mengakibatkan terjadinya retak-retak dangkal dengan berbagai kedalaman yang dapat membentuk retak yang acak, bentuk *polygon* (RDSO, 2004).

3.3.2. Retak Plastis Akibat Penurunan

Setelah pengecoran, penggetaran, dan sampai beton selesai dicor, beton yang memiliki kecenderungan untuk terus mampat. Selama periode ini, beton plastis mungkin ditahan oleh tulangan, beton keras yang ditempatkan lebih dahulu, atau bekisting. Perletakan setempat ini dapat menyebabkan rongga di bawah tulangan dan retak di atas tulangan. Ketika berhubungan dengan tulangan, retak plastis akibat penurunan meningkat seiring dengan meningkatnya diameter tulangan, meningkatnya nilai *slump*, dan berkurangnya selimut beton (Dakhil, et al., 1975).

3.3.3. Drying Shrinkage Cracking

Susut akibat pengeringan disebabkan dari kehilangan kadar air dari campuran semen, yang dapat menyusut hingga 1%. Untungnya, partikel agregat memberikan tahanan internal yang mereduksi besarnya perubahan volume sekitar 0.06%. Pada sisi lain, beton cenderung mengembang ketika dibasahi (peningkatan volume bisa sebanding dengan besarnya penyusutan beton). Perubahan volume akibat perubahan kadar air ini adalah karakteristik dari beton. Kalau susut pada beton dapat terjadi tanpa batasan, beton tidak akan retak. Akibat kombinasi dari susut dan batasan (diberikan oleh bagian lain dari struktur, dari tanah dasar, atau dari kelembapan interior beton itu sendiri) yang menyebabkan berkembangnya tegangan-tegangan tarik. Ketika batasan tegangan tarik dari material sudah dilewati, beton akan retak

3.3.4. Concrete Cracking

Cracking adalah pengembangan jaringan retak acak halus atau celah pada permukaan beton yang disebabkan oleh penyusutan lapisan permukaan. Retak ini jarang lebih dalam dari 3mm, dan lebih terlihat pada permukaan yang tergenang secara berlebihan. Umumnya, retak *crack* berkembang pada usia dini dan terlihat jelas sehari setelah penempatan atau setidaknya pada akhir hari pertama. Seringkali mereka tidak mudah terlihat sampai permukaan telah dibasahi dan mulai kering. Mereka tidak mempengaruhi integritas struktural beton dan jarang mereka mempengaruhi daya tahan. Namun permukaan *crack* tak sedap di pandang (RDSO, 2004).

3.3.5. Thermal Cracking

Perbedaan suhu dalam struktur beton dapat disebabkan oleh bagian dari struktur kehilangan panas hidrasi pada tingkat yang berbeda, kondisi cuaca yang dingin, panas dari suatu bagian struktur yang berubah. Perbedaan suhu ini menghasilkan perubahan volume yang berbeda-beda, yang menyebabkan retak. Perubahan suhu mungkin disebabkan oleh salah satu pusat beton lebih panas dari bagian luar karena pembebasan panas selama hidrasi semen atau pendinginan yang lebih cepat yang relatif antara eksterior ke interior. Kedua kasus mengakibatkan tegangan tarik pada eksterior dan, jika kekuatan tarik terlampaui, retak akan terjadi

3.3.6. Cracking due to Chemical Reaction

Reaksi kimia yang merusak dapat menyebabkan retak pada beton. Reaksi ini mungkin terjadi karena bahan yang digunakan untuk membuat beton atau material lain yang bertemu dengan beton setelah beton kering. 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, *admixture* atau sumber eksternal (misalnya air *curing*, air tanah, dan alkaline yang ditaruh atau digunakan pada permukaan beton yang sudah kering).

3.4. Teori Voids dan Honeycomb

Lubang-lubang yang relatif dalam dan lebar pada beton, dikenal dengan sebutan *voids* atau *honeycomb* (Isnaeni, 2009). *Voids* terbentuk ketika beton gagal untuk mengisi daerah-daerah dalam bekisting, biasanya *voids* terjadi karena adanya beton yang tertahan diakibatkan penempatan beton yang terlalu dalam, atau di daerah yang jarak tulangnya terlalu dekat. *Honeycomb* terbentuk ketika mortar gagal untuk mengisi rongga antara partikel kasar agregat. Penyebab *honeycomb* dan *voids* antara lain *slump* beton yang terlalu rendah, segregasi, jarak antar tulangan yang terlalu dekat, pelaksanaan pemadatan yang kurang baik, dan pelaksanaan penuangan yang tidak tepat. Hampir semua kerusakan kerusakan

voids mengakibatkan kerusakan struktural sedangkan kerusakan *honeycomb* bisa kerusakan struktural maupun non struktural tergantung lokasi dan luasnya *honeycomb* (*Concrete Construction*, 2000).

4. METODOLOGI PENELITIAN

4.1. Kerangka Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan melalui beberapa tahapan :

- Pengumpulan data melalui studi literatur sebagai informasi faktor-faktor apa saja yang dapat mengakibatkan kerusakan pada beton.
- Tahapan selanjutnya adalah pengamatan di lapangan serta pengumpulan data. Ini dilakukan dengan cara melakukan survei langsung terhadap suatu proyek konstruksi..
- Setelah pengamatan dan pengumpulan data selesai dilakukan maka data tersebut diolah dan dianalisa untuk kemudian di ambil kesimpulan.

4.2. Jenis Data

Jenis data yang digunakan terdiri dari 2 macam yaitu :

- Data Primer
Data primer diperoleh langsung dari pengamatan di lapangan.
- Data Sekunder
Data sekunder merupakan data pendukung yang bersumber dari literatur, serta jurnal maupun referensi-referensi yang ada

4.3. Metode dan Proses Pengumpulan Data

- Studi literatur dan wawancara

Langkah awal yang akan dilakukan adalah melalui studi literatur dan wawancara dengan aplikator. Pada studi literatur ini akan dipelajari mengenai teori-teori dan pemahaman, baik dari buku, jurnal, majalah, maupun referensi-referensi yang berkaitan dengan kerusakan pada beton. Setelah melakukan studi literatur maka mulai melakukan wawancara dengan aplikator untuk membandingkan teori yang ada dengan kenyataan yang terjadi.

- Pengamatan di lapangan

Pengamatan di lapangan dilakukan dengan tahapan sebagai berikut :

- a. Pertama memberitahukan kepada pihak aplikator atau praktisi di lapangan secara informal dengan tujuan untuk mendapat izin survei pada lokasi proyek dan memberitahukan maksud dan tujuan kedatangan agar bisa mendapatkan informasi terkait penelitian.
- b. Memasukan permohonan surat pengantar kepada jurusan untuk pihak aplikator atau praktisi di lapangan.
- c. Menyerahkan surat pengantar dari jurusan kepada pihak aplikator atau praktisi di lapangan.
- d. Melakukan survei langsung di lapangan terkait dengan penelitian, mengambil bukti-bukti dokumentasi dengan kamera yang telah dipersiapkan, kemudian melakukan wawancara dengan pihak aplikator dan praktisi di lapangan mengenai kronologi terjadinya kerusakan pada beton tersebut dan kemudian meminta keterangan bagaimana pencegahan yang dapat dilakukan.
- e. Pembahasan hasil penelitian
Data-data yang telah didapatkan dari peninjauan di lapangan kemudian akan di didiskusikan langsung dengan dosen pembimbing, kemudian ditarik hasil dan kesimpulan yang juga sesuai dengan studi literatur yang digunakan.
- f. Menyusun laporan
Dari data yang telah di analisa dan telah ditarik kesimpulan, selanjutnya disusun menjadi laporan akhir.

5. HASIL PEMBAHASAN

Hasil pembahasan pada proyek ini didapatkan dengan meneliti sebanyak 18 data proyek yang mengalami kerusakan pada beton. Data-data proyek tersebut kemudian dibuat tabel agar dapat mencakup keseluruhan isi penelitian.

5.1. Rangkuman Kerusakan pada Beton

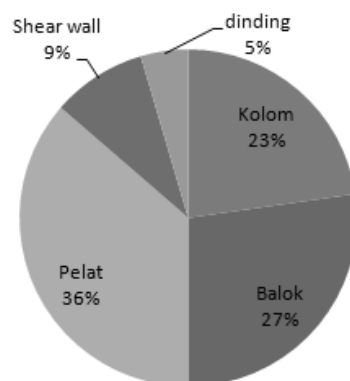
Penyebab kerusakan pada beton secara ringkas dapat dilihat pada **Tabel 2** berikut ini :

Tabel 2. Penyebab Kerusakan pada Beton

No	Jenis Struktur	Tipe Kerusakan	Penyebab Kerusakan
1	Kolom	<i>Voids</i>	<i>Vibrator</i>
		<i>Honeycomb</i>	Tinggi jatuh pengecoran
			<i>Vibrator</i>
	Retak	Beban tambahan	
2	Balok	<i>Voids</i>	Kesalahan pembesian
			Kesalahan pemasangan bekisting
			<i>Vibrator</i>
		Retak	Kegagalan <i>design</i>
Beban tambahan			
3	Pelat	<i>Voids</i>	<i>Vibrator</i>
		<i>Honeycomb</i>	<i>Vibrator</i>
		Retak	<i>Curing</i>
			Beban tambahan
			Kesalahan pelepasan bekisting
			Kegagalan <i>design</i>
4	<i>Shear wall</i>	<i>Voids</i>	<i>Vibrator</i>
5	Dinding <i>basement</i>	Retak	Kesalahan pembesian

5.2. Jenis Struktur

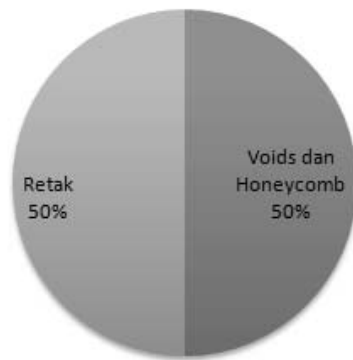
Berdasarkan jenis strukturnya sebanyak 8 proyek (36 %) terjadi kerusakan pada pelat, pada balok sebanyak 6 proyek (27%), pada kolom sebanyak 5 proyek (24%), pada *shear wall* terdapat 2 proyek yang mengalami kerusakan (9%), dan terakhir kerusakan pada dinding basement hanya terdapat pada 1 proyek (5%). Presentase kerusakan pada struktur dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Grafik Presentase Kerusakan pada Struktur

5.3. Jenis Kerusakan

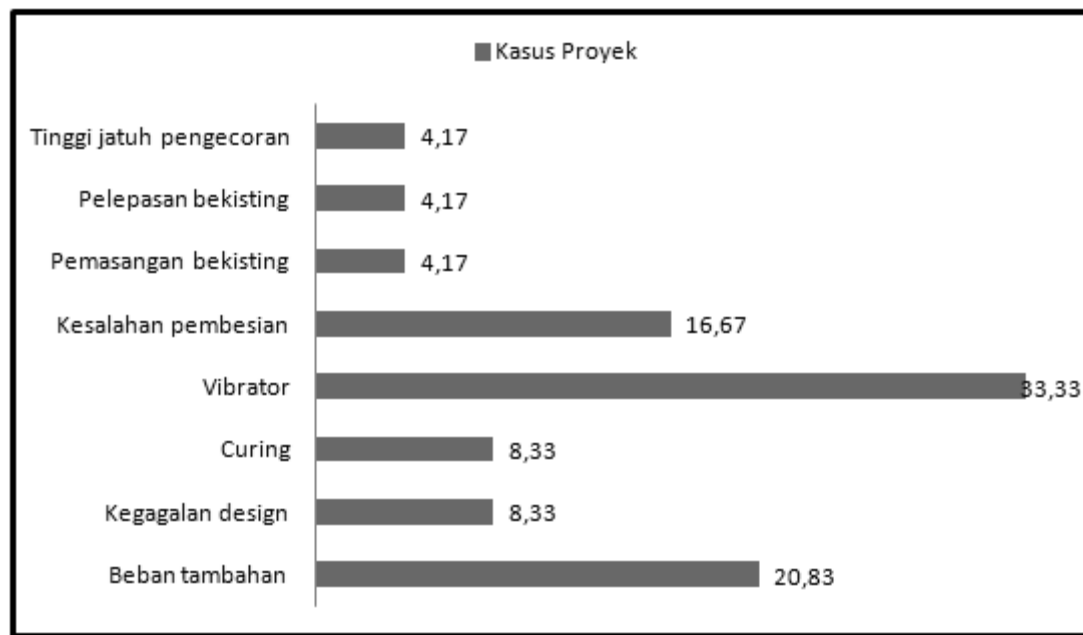
Berdasarkan jenis kerusakannya maka terdapat 2 jenis kerusakan yaitu keropos(*voids & honeycomb*) dan retak. *Voids* dan *honeycomb* terdapat pada 11 kasus proyek (50%), sementara untuk retak terdapat pada 11 kasus proyek (50%). Presentase jenis kerusakan pada beton dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Grafik Presentase Jenis Kerusakan

5.4. Penyebab Kerusakan

Kesalahan tinggi jatuh pengecoran terdapat pada 1 kasus proyek (4,17%), kesalahan pelepasan bekisting terdapat pada 1 kasus proyek (4,17%), kesalahan pemasangan bekisting terdapat pada 1 kasus proyek (4,17%), kesalahan pembesian terdapat pada 4 kasus proyek (16,67%), kesalahan vibrator terdapat pada 8 kasus proyek (33,33%), kesalahan curing beton terdapat pada 2 kasus proyek (8,33%), kegagalan design terdapat pada 2 kasus proyek (8,33%), dan yang terakhir beban tambahan terdapat pada 5 kasus proyek (20,83%). Presentase penyebab kerusakan beton dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Presentase Penyebab Kerusakan

6. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang diberikan dari hasil penelitian yang telah dilakukan adalah :

1. Penyebab yang berpotensi mengakibatkan kerusakan beton pada fase konstruksi adalah : Permasalahan tinggi jatuh pengecoran, kesalahan pembesian, kesalahan pelaksanaan vibrator, kegagalan design, dan kesalahan pemasangan bekisting.

2. Penyebab yang berpotensi mengakibatkan kerusakan beton pada pasca konstruksi adalah : Permasalahan pelepasan bekisting, permasalahan *curing*, dan permasalahan mengenai beban tambahan.
3. Berdasarkan hasil penelitian ini, penyebab kerusakan yang paling banyak terjadi pada fase konstruksi dikarenakan masalah pelaksanaan pemadatan dengan menggunakan *vibrator*. Pemahaman pekerja konstruksi di kota Surabaya akan pemadatan dengan menggunakan *vibrator* masih kurang baik.

6.2. Saran

Saran yang diberikan dari hasil penelitian yang telah dilakukan adalah :

Sebaiknya dilakukan pencegahan terlebih dahulu sebelum terjadi kerusakan pada beton. Berikut ini adalah pencegahan yang bisa dilakukan setelah mengetahui penyebab-penyebab kerusakan pada beton:

- Pencegahan mengenai pengaturan tinggi jatuh pengecoran dapat dilakukan dengan membatasi tinggi jatuh pengecoran 3-4 ft. menggunakan tremie dan pada saat menjatuhkan campuran harus secara vertikal. Pengecoran harus dilakukan lapis demi lapis dengan tebal tiap lapis tidak boleh lebih tebal dari panjang batang penggetar dan tidak boleh lebih dari 500 mm.
- Pencegahan untuk kesalahan *vibrator* adalah dengan memaksimalkan pemadatan yang dilakukan dengan *vibrator*. Pekerja konstruksi harus mengikuti prosedur cara penggunaan *vibrator* yang benar dalam SNI 03-3976 (1995).
- Pencegahan untuk kesalahan pembesian yaitu dengan melakukan pemeriksaan tulangan yang terpasang sebelum pemasangan bekisting oleh pelaksana dan pengawas. Desain penulangan dan pemasangan tahu beton juga harus diperhatikan sesuai dengan peraturan SNI.
- Pencegahan untuk penambahan beban adalah dengan diadakan diskusi terlebih dahulu dengan pihak konsultan perencana. Bila tidak memungkinkan untuk diadakannya penambahan beban maka harus dilakukan perkuatan struktur sebelum adanya penambahan beban.
- Pencegahan untuk kegagalan *design* memastikan bahwa design struktur tersebut sudah sesuai dengan apa yang direncanakan oleh konsultan struktur. Pada saat pelaksanaan pastikan bahwa apa yang dilaksanakan sudah sesuai dengan gambar rencana, untuk hal ini maka perlu pengawasan ketat dari pelaksana proyek dan pengawas proyek konstruksi tersebut agar tidak terjadi kesalahan dalam *design* sehingga mengakibatkan kegagalan struktur.
- Pencegahan yang dapat dilakukan adalah sebelum melakukan pelepasan bekisting pelat harus mendapat persetujuan terlebih dahulu dari pihak kontraktor dengan melihat hasil uji kuat tekan, dari hasil uji kuat tekan harus sesuai dengan desain yang direncanakan agar pada saat pembukaan bekisting struktur sudah bisa menerima beban sendiri dan beban pekerja.
- Pencegahan yang dapat dilakukan untuk *curing* beton adalah dengan mengikuti ketentuan-ketentuan yang berlaku di SNI 03-3976 (1995) tentang lama *curing* dan cara *curing* yang benar.

7. DAFTAR REFERENSI

- ACI Committee 318M. (2005). *Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary*, American Concrete Institute, Farmington Hills, MI.
- Dakhil, F. H., Cady, P. D., & Carrier, R. E. (1975). "Cracking of Fresh Concrete as Related to Reinforcement." *ACI Journal*. Vol. 72, No. 1, 421-428.
- Ghafur, A. (2009). *Pengaruh Penggunaan Abu Ampas Tebu terhadap Kuat Tekan dan Pola Retak Beton*. Tugas Akhir. Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Isnaeni, M. (2009). "Kerusakan dan Perkuatan Struktur Beton Bertulang." *Jurnal Rekayasa*. Vol. 13, No. 3, 259-260.
- RDSO. (2004). *Causes, Evaluation and Repair of Cracks in Concrete*, Research Designs and Standards Organisation, Lucknow.
- Concrete Construction. (2000). Honeycomb and Voids. *Troubleshooting*. Retrieved march 5, 2014 from <http://www.concreteconstruction.net/repair/troubleshooting-honeycomb-and-voids.aspx?dfpzone=general>.