



MAJALAH SIVITAS AKADEMIKA
GEMA TEKNOLOGI
FAKULTAS NON GELAR TEKNOLOGI
UNIVERSITAS DIPONEGORO
ISSN : 0852 - 0232
No. : 10 - Oktober 1993

- Pelindung : Dekan FNGT UNDIP
Penasehat : Pembantu Dekan I, II, dan III FNGT UNDIP
Staf Ahli : Ketua-ketua Jurusan di FNGT UNDIP
Pimpinan Umum : Ir. Syeh Qomar
Pimpinan Redaksi : Drs. Heru Winarno
Redaktur Pelaksana : Drs. Eko Ariyanto
Eko Julianto, S.H.
Dewan Redaksi : Dipl. Ing. Arch. Paul H Pandelaki
Ir. Soedijono AM
Ir. Yuswar Lutan
Ir. Bambang Pramudono MS
Ir. Sukanto Jatmiko
Ir. Sutaryanto
Ir. Sukartinah SU
Drs. Boedijono
Dra. Rospita Samosir
Ir. Margaretha TS
Ir. Bambang Sri Waluyo
Sekretaris Redaksi : Drs. Sutrisno
Ir. Rahmat
Ilustrator/ Artistik : Drs. Wiji Mangestiyono
Sirkulasi/ Distribusi : Ir. Wahyudi
Bendahara : Ir. Wahyuningsih
Tata Usaha : Prpto Partodidjojo
Drs. Parwito
Slamet
Setiyono

Alamat Redaksi
FNGT - UNDIP Jl. Pedalangan, Tembalang Semarang Selatan

DAFTAR ISI

SUSUNAN PENGURUS	i
DAFTAR ISI	iii
PENGANTAR REDAKSI.....	I
1. TINJAUAN SECARA KIMIAWI BAHAN PENGOKSIDASI DALAM PENGOLAHAN AIR MINUM DAN AIR LIMBAH	3
Zainal Abidin	
2. TEKNOLOGI PERBAIKAN STRUKTUR BETON	15
Boedijono	
3. MARKETING MIX	23
Rospita Samosir	
4. HIDROLISA AMPAS TAHU MENAJADI KECAP DENGAN MENGUNAKAN ASAM CHLORIDA	35
R.TD. Wisnu Broto	
5. PENGENDALIAN MUTU BETON (QUALITY CONTROL)	49
Waluyono	
6. METODE MENGHIDUPKAN MESIN (MENSTART).....	61
Senen	
7. PENGENDALIAN KOROSI MELALUI PENGUBAHAN LINGKUNGAN	71
FS. Nugraheni	
8. TEKNIK LALU LINTAS	81
Wahyudi	
9. PERBAIKAN DAN PENYELAMATAN KHUSUS PADA MESIN	93
Margono	
10. POLA PERENCANAAN DRAINASE KOTA SEMARANG	107
Hartono	

TEKNOLOGI PERBAIKAN STRUKTUR BETON

oleh : Boedijono

PENDAHULUAN

Beton bertulang adalah suatu konstruksi yang merupakan perpaduan antara beton dan tulangan, dimana gaya tekan diterima oleh beton sedang baja tulangan menahan gaya tarik. Antara beton dan baja tulangan diasumsikan mempunyai daya saling lekat yang kuat, dan apabila mutu beton terkendali dengan kualitas baik maka tulangan beton tidak berkarat. Koefisien muai dari kedua bahan tersebut hampir sama, sehingga pada suhu yang berbeda tidak akan terjadi tegangan perlawanan yang melepaskan hubungan kedua bahan tersebut.

Gabungan antara beton dan baja tulangan yang disebut beton bertulang memungkinkan kepada pihak yang berkecimpung dibidang konstruksi untuk membuat bentuk bangunan secara bebas. Keunggulan lain adalah tahan terhadap karat, bahaya kebakaran, sedang pemeliharaannya relatif ringan.

Namun semua kelebihan yang dimiliki konstruksi ini, sangat tergantung dari pelaksanaannya, dimana manusia sangat berpengaruh terhadap mutu pekerjaan disamping material dan peralatan yang digunakan. Sehingga tidak jarang terjadi degradasi beton karena pelaksanaan yang tidak sesuai dengan pengaturan yang berlaku, misal adanya retak, pelapukan beton dan korosi baja tulangan.

Terjadinya kerusakan beton pada bangunan teknik sipil, secara umum menyebabkan kurang berfungsinya beton menahan gaya tekan serta baja tulangannya tidak secara optimal menahan gaya tarik. Kurang berfungsinya beton bertulangan ini semakin bertambah dengan adanya pengaruh dari luar, seperti temperatur, cuaca, gempa, angin dan kelembaban udara.

TYPE KERUSAKAN STRUKTUR BETON DAN FAKTOR PENYEBABNYA

Secara garis besar kerusakan struktur beton disebabkan oleh dua faktor, yaitu pengaruh dalam struktur betonnya sendiri dan yang berasal dari luar. Pengaruh-pengaruh tersebut mengakibatkan retak-retak, degradasi beton serta korosi tulangan.

Retak-retak rambut yang biasanya timbul dalam batas tertentu masih dapat ditoleransi, namun apabila ukuran retak cukup lebar serta mempunyai karakteristik tertentu dan terletak pada daerah rawan, memerlukan perhatian dan penanganan serius. Adanya keretakan yang cukup serius ini sangat bisa jadi merupakan indikasi bahwa telah dilampaui batas kemampuan menahan tegangan.

Pada uraian selanjutnya akan dijelaskan hal-hal yang berhubungan dengan type kerusakan beton yaitu retak beton, degradasi beton dan korosi baja tulangan.

Keretakan Pada Struktur Beton

Keretakan pada struktur beton merupakan hal yang sering dijumpai dan secara ekstrim dapat dikatakan bahwa retak beton adalah sesuatu yang tidak mungkin dihilangkan.

Ada dua kategori retakan, yaitu retak dangkal dan retak struktural. Retak dangkal yang hanya didapati pada lapis permukaan biasanya tidak berbahaya bagi struktur beton. Tetapi retak struktur sudah merupakan indikasi akan terjadinya bahaya pada struktur beton. Apa lagi bila retak itu selalu mengalami perubahan bentuk, baik lebar maupun panjangnya, merupakan pertanda adanya kerusakan secara struktural dan dapat menimbulkan masalah yang serius.

a. Microcrack

Microcrack atau retak dangkal timbul karena pengaruh perubahan volume pada periode pengerasan beton setelah pengecoran. Dengan kata lain akibat proses pengeringan beton terjadi penyusutan dan pengerutan. Susut akibat ini dipengaruhi oleh banyak faktor diantaranya kandungan air dalam beton sebelum pengecoran, suhu dan kadar lengas udara disekelilingnya, sifat beton dan agregat yang digunakan.

Oleh sebab itu untuk menghindari terjadinya susut ditempuh dengan cara mengurangi kadar air pada beton agar dicapai jumlah minimum dan tetap dicapai sifat workability beton. Pemeliharaan beton setelah pengecoran dengan curing yang tepat adalah termasuk tahapan untuk mengurangi penyusutan.

Selain pengaruh susutan akibat proses pengeringan beton, keretakan dapat diakibatkan oleh peristiwa rayapan (CREEP). Rayapan adalah suatu sifat dari banyak bahan yang terus akan mengalami perubahan bentuk jangka waktu lama pada pembebanan tetap.

Perubahan bentuk karena rayapan secara praktis dikatakan sebanding dengan besarnya tegangan yang diberikan. Pada beton bermutu tinggi biasanya menunjukkan rayapan yang lebih kecil dibanding dengan beton mutu rendah. Pada umumnya gejala menurunnya kegiatan ini seiring berjalannya waktu dan prosesnya akan berhenti bila beton sudah berumur lebih 2 tahun.

Microcrack yang selalu ada pada batas antara agregat dengan semen dan pada batas antara tulangan dengan semen, tidak berpengaruh terhadap ketahanan beton sepanjang retakan tersebut terbatas jumlah dan ukurannya serta tidak menerus. Tetapi bila retak-retak rambut ini menjadi menerus dan bertambah besar (karena tegangan atau pasta semen), retak ini akan dipakai

sebagai jalan untuk transportasi ion agresif dan gas. Oleh karenanya pengaruh terhadap ketahanan beton akan menjadi lebih merugikan struktur.

b. Retak Struktural

Dibandingkan dengan retak rambut, retak struktural mempunyai karakteristik yang berbeda. Letak struktural mempunyai penampakan lebih lebar, lebih panjang dan lebih dalam. Adanya retakan ini merupakan indikasi yang serius akan kegagalan konstruksi.

Retakan struktural dapat merupakan kejadian yang terus menerus atau sesaat. Retak yang selalu ada dan bergerak selama pengamatan disebut retakan aktif. Sedangkan retakan yang tidak bertambah disebut retakan pasip.

Retakan struktural terjadi karena ketidakmampuan beton menahan beban eksternal yang bekerja padanya. Seperti diketahui gabungan antara beton dan baja diharapkan dapat menahan tegangan akibat gaya tekan, tarik, geser dan lentur. Apabila beban yang bekerja melampaui batas beban rencana, maka indikasi pertama yang nampak adalah adanya retakan pada struktur itu.

Pengaruh lain yang mengakibatkan adanya retak struktur adalah gempa bumi, angin, kecelakaan, kebakaran dan lain-lain bentuk force mayor.

Perencanaan yang kurang teliti, kesalahan gambar dan detail serta pelaksanaan yang buruk, turut memperbesar kemungkinan kegagalan konstruksi.

Settlement pada lapisan tanah dibawah terkadang dituding sebagai biang terjadinya retakan pada bangunan. Oleh karenanya penyelidikan tanah sangat diperlukan, terutama dikaitkan dengan pemilihan pondasinya.

Pada konstruksi tertentu, pemasangan jarak tulangan yang melampaui batas maksimum juga akan mengakibatkan retak.

Degradasi Beton

Kekuatan struktur beton bertulang diperoleh dari kemampuan beton menahan gaya tekan dan kemampuan baja tulangan dalam menahan gaya tarik. Berkurangnya kekuatan dalam menahan gaya tarik. Berkurangnya kekuatan beton bertulang dapat diakibatkan oleh berkurangnya luas baja tulangan (karena mengalami korosi) dan atau diakibatkan degradasi (pelapukan) agregat dan pasta semen.

Degradasi beton berarti proses berkurangnya kekuatan beton karena adanya pengaruh baik dari dalam maupun dari luar.

Seperti diketahui agregat beton biasanya berupa kerikil dan pasir yang didapat dari alam, dimana sangat bervariasi kekuatan, kualitas, ukuran dan unsur pembentuknya.



Setelah menjadi beton agregat ini kadang-kadang masih bersifat labil, yaitu dengan adanya reaksi yang terjadi di dalam agregat sendiri sehingga volume agregat sangat mungkin bertambah. Penambahan yang terjadi mengakibatkan agregat akan menekan disekelilingnya bahkan agregat ini akan terlepas dari betonnya.

Pengaruh dari dalam yang termasuk dapat mengurangi ketahanan adalah sifat basa, reaksi agregat, sifat mekanis agregat dan pasta semen. Selain itu adanya sulfat dan khlorida dari bahan pembentuk beton.

Pengaruh dari luarpun dapat menimbulkan degradasi agregat dan pasta semen, sehingga ikatan agregat dan pasta semen tidak sekuat seperti semula. Pengaruh dari luar yang termasuk penyebab berkurangnya ketahanan beton adalah cuaca, pengaruh alam, cairan industri, gas dan lain-lain.

Korosi Baja Tulangan

Dua faktor yang berpengaruh terhadap pengurangan kekuatan struktur beton adalah pelapukan beton dan korosi baja tulangan. Dua fenomena ini tidak dapat dipisahkan karena pelapukan beton terjadi di sekeliling baja tulangan dimana dalam hal ini akan menimbulkan korosi pada baja tulangan. Begitu pula korosi pada baja tulangan akan mempengaruhi kerusakan beton yang ditimbulkan oleh tegangan internal dengan bentuk korosi yang berupa besi. Dengan demikian ketahanan beton sangat tergantung dari interaksi retak dan korosi.

Kerusakan pertama pada beton bertulang kadang-kadang terjadi di sekitar tulangnya. Kerak berwarna coklat yang dihasilkan dari proses karat pada baja tulangan akan berinfiltrasi ke permukaan beton yang berlanjut timbulnya retak-retak beton. Korosi beton tidak hanya menimbulkan keadaan yang membahayakan (distress) karena staining retak dan relling beton, tetapi dapat juga mengakibatkan kegagalan. Struktural yang berasal dari pengurangan luas penampang. Pengurangan luas penampang secara otomatis akan mengurangi kapasitas dukung gaya tarik baja.

Korosi baja dapat terjadi dengan beberapa mekanisme, yaitu secara langsung dan tidak langsung. Korosi langsung biasanya tidak begitu besar pengaruhnya pada baja tulangan. Oksidasi secara tidak langsung dalam permukaan beton selalu terjadi. Hal ini dikarenakan perbedaan-perbedaan di dalam logam atau ketidakseragaman bahan kimia atau bahan fisik disekitar beton diyakini sebagai penyebab utama korosi beton. Type korosi ini disebut korosi elektrochemis (electrochemical corrosion).

Disamping ketidak homogenya baja yang menjadi biang dari sumber korosi, masih ada beberapa faktor yang mempengaruhi korosi. Faktor-faktor itu dan yang berasosiasi dengan beton adalah : pengaruh PH, oksigen, cairan kimia, konsentrasi ion khlorida, karbon, kualitas beton, ketebalan selimut beton, kelambaban dan inhibitor.

EVALUASI DAN ANALISA KERUSAKAN BETON

Untuk dapat menerapkan teknologi perbaikan beton, perlu dilakukan pengamatan, evaluasi dan analisis kerusakan beton dimana indikasi pertama adalah adanya retakan.

Dalam pengamatan terhadap retakan perlu informasi yang diharapkan dapat membantu dalam mendiagnose retakan, yaitu :

- apakah retakan itu baru atau lama.
- type retakan, pasip atau aktif.
- apakah retakan juga nampak pada sisi belakang dari yang diamati.
- pola retakan.
- keadaan tanah, type pondasi apakah yang digunakan, arah gerakan tanah kalau ada.
- observasi pada struktur sejenis disekitar lokasi.
- mempelajari spesifikasi, metode pelaksanaan dan hasil-hasil tes di lapangan kalau ada.
- pandangan dari perencana, pelaksana, pemilik bangunan bila ada.
- cuaca selama struktur dikerjakan.

Selain itu perlu diperiksa apakah beton sudah mengalami pelapukan. Tes suara pada bagian retak merupakan cara yang termudah dan sederhana untuk mendeteksinya. Alat lain yang dapat digunakan membantu menambah informasi adalah rebound hammer dan Ultrasonic Pulse Velocity Test. Masih dalam non destructive testing. Untuk mengetahui letak penulangan dan diameter baja dapat digunakan pacometer.

Secara visual lokasi dan lebar retak dapat digambar pada strukturnya, yang digunakan untuk mengetahui lebar retak secara tepat. Alat yang digunakan adalah crack comparator yang dapat menunjukkan ketepatan lebarnya. Penggunaan brittle liquid coatings pada beberapa struktur dapat juga mendeteksi retak atau penambahan retak ada posisi tertentu.

Alat lain untuk mendeteksi retak adalah linier Variabel Differential Transformers.

Untuk mengetahui kualitas beton/kekuatan struktur yang sesungguhnya dapat digunakan core drill. Pengambilan sampel dapat dilakukan di beberapa tempat dengan pertimbangan tidak membahayakan struktur. Dari sampel tersebut kemudian di test di laboratorium, sekaligus untuk menentukan kuat desak beton. Selain itu untuk mendeteksi adanya segregasi atau untuk mengecek lekatan pada join konstruksi.

Data diatas akan lebih sempurna bila dapat diketahui penulangan yang sekaligus untuk mengontrol kekuatan struktur yang sesungguhnya.

Elemen konstruksi yang perlu mendapat perhatian adalah bagian yang mengalami perubahan tampang, ekspansi and contraction joint, dan bagian yang tidak mempunyai system drainage yang bagus.

Dengan didapatkannya data diatas dan atas dasar pertimbangan maksud perbaikan struktur beton, beberapa metode perbaikan dapat dipertimbangkan untuk dapat dipilih.

TEKNOLOGI PERBAIKAN STRUKTUR BETON

Cara perbaikan struktur beton selain mempertimbangkan maksud perbaikannya, juga sangat tergantung dari kerusakan yang terjadi pada struktur penyebab kerusakan dan fungsi bagian yang rusak.

Tujuan perbaikan struktur beton antara lain :

- Meningkatkan daya dukung terhadap beban sesuai dengan kapasitasnya.
- Mengembalikan atau meningkatkan kekuatan struktur.
- Memperbaiki performance fungsi struktur
- Memperbaiki ketahanan struktur
- Mencegah degradasi dan korosi struktural.

Perbaikan Retak

Perbaikan retak dilakukan setelah diinventarisasi data dari pengamatan kemudian dievaluasi dan di analisa untuk selanjutnya diterapkan metode perbaikan yang sesuai.

Pada umumnya perbaikan retak dilakukan dengan tahapan sebagai berikut :

Tahap pertama adalah perbaikan permukaan dan penulangan dengan menghilangkan bagian beton yang rusak. Tahap ini disebut tahap persiapan. Tahap selanjutnya adalah penerapan dengan bahan-bahan perbaikan.

a. Persiapan permukaan

Pada tahap ini yang dikerjakan adalah menghilangkan bagian yang retak dan lapuk. Bagian yang sudah dibersihkan ini hendaknya dibuat kasar permukaannya, agar supaya didapatkan lekatan yang baik antara beton lama dan beton baru.

b. Teknik perbaikan

Ada dua prosedur untuk memperbaiki retak, yaitu prosedur biasa dan khusus.

Prosedur biasa digunakan untuk memperbaiki retak rambut (microcrack). Retak rambut biasanya dapat dihilangkan dengan menggosok kemudian dicat dengan semen silica.

Untuk perbaikan beton yang mengalami pelapukan, bagian yang rusak dihilangkan dahulu dan dibuat kasar untuk selanjutnya diisi (diganti) dengan beton baru. Sebagai bahan pengganti dapat digunakan dry packing, mortar, grouting, shot cretting dan prepacked concrete. Penerapan metode ini dikaitkan dengan bahan yang ada, karakteristik kerusakan, alat yang tersedia serta kondisi bangunannya.

Pada prosedur khusus, teknik untuk perbaikan retak menggunakan peralatan modern dan bahan baru.

Teknologi ini diterapkan pada type retakan aktif, dengan menggunakan epoxy mortar. Epoxy mortar terdiri dari epoxy, hardener dan pasir kuarsa. Dengan bahan-bahan ini diharapkan dapat menutup retakan sekaligus menghentikan retakan.

Pengerjaan dengan epoxy dilakukan dua cara yaitu pengecatan dan injeksi. Cara pengecatan hanya digunakan untuk tujuan agar lapis permukaan menjadi kedap air dan tahan terhadap pengaruh kimia tertentu.

Sedangkan injeksi digunakan untuk perbaikan struktur.

Rehabilitasi Bangunan Beton

Untuk dapat menentukan seberapa besar jangkauan rehabilitasi bangunan. Sekali lagi perlu diadakan pengamatan tingkat kerusakannya. Tingkat kerusakan ini apakah seluruh bangunan atau hanya beberapa bagian struktur saja. Type kerusakan juga dicatat apakah pelapukan korosi baja atau retak pengaruh alam.

Setelah mengetahui tingkat kerusakan perlu dievaluasi kekuatan struktur secara keseluruhan dengan pertimbangan data lain yang sudah diperoleh. Tingkat rehabilitasi kemudian ditetapkan, baik metode, biaya dan waktunya. Hal lain yang perlu juga untuk pertimbangan adalah rehabilitasi tersebut tidak mengganggu fungsi bangunan, kestabilan, kekakuan struktur secara keseluruhan serta kondisi dan situasi lapangan.

Untuk merehabilitasi kolom, balok dan plat, yang pertama dilakukan adalah menghilangkan kulit yang lapuk, bagian lain yang keropos termasuk baja tulangan yang berkarat. Pemasangan baja diperlukan untuk mengganti bagian yang berkarat, sedang untuk menambah daya dukung, penambahan baja diperhitungkan pula. Pembelian "selimut" yang lebih aman dilakukan pada struktur dengan beton pengganti baru.

Selama pekerjaan rehabilitasi, harus diperhitungkan pula bahwa struktur tetap bekerja menerima beban/mendukung gaya. Oleh karena itu pemasangan pendukung sementara perlu diadakan. Secara teknis untuk merehabilitasi bagian konstruksi (kolom, balok, plat) relatif hampir sama. Yang membedakan adalah pekerjaan form work, yang masing-masing struktur mempunyai profil sendiri-sendiri.

PENUTUP

Rehabilitasi bangunan adalah merupakan upaya melestarikan fungsi bangunan, dimana teknik perbaikan strukturnya harus dipertimbangkan dari berbagai aspek, baik teknis maupun non teknis.

Pengamatan kerusakan harus dilakukan secara cermat- cermatnya, dimana data yang dihasilkan perlu dievaluasi dan dianalisa guna menetapkan metode perbaikan yang tepat, yang menyangkut fungsi, biaya, waktu, peralatan, material, man power, situasi dan lain-lain.

Berkaitan dengan rehabilitasi bangunan terutama yang mempunyai nilai sejarah, maka Undang-Undang konservasi tahun 1992 perlu lebih dimasyarakatkan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Neville, AM, 1975, Concrete Technology, Pitman Publishing, London.
2. Peraturan Beton Bertulang Indonesia (NI-2), 1971.
3. Standard Beton SK SNI T - 15 1991 - 03.
4. Troxell, G.E., Davis, H.E. 1986, Composition and Properties of Concrete, Mc. Graw Hill Book Company Inc, New York
5. Wiegel, RL, 1975, Earthquake Engineering Prentice Hall Englewood Cliffs, New York

Penulis,
Staff Pengajar Teknik Sipil
FNGT Undip