

PENILAIAN KERUSAKAN BETON MELALUI PEMROSESAN GAMBAR DENGAN CANNY EDGE DETECTION METHOD

Endru Suphato¹, Henny Wiyanto²

¹Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S. Parman No.1 Jakarta
Email: endrus.ts@stu.untar.ac.id

²Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S. Parman No.1 Jakarta
Email: hennyw@ft.untar.ac.id

Masuk: 23-01-2020, revisi: 08-02-2020, diterima untuk diterbitkan: 11-02-2020

ABSTRACT

Concrete damage assessment for further action is very important for the safety of building strength before something unexpected happens. Therefore, an early assessment of a building that might seem alarming is very important. There are many methods that can be used to assess concrete damage, starting from the visual, use of tools, destructive and non-destructive test. As the rapid development of infrastructure, there is also an increase need to assess the damaged concrete. Not only new buildings, old buildings also need to be assessed to ensure the safety of these buildings, especially buildings affected by earthquakes, natural disasters, dirty environments and or others. The high need for assessors in these locations become a problem if the building is huge and will take time if done with a small workforce, technological assistance is the solution. Buildings affected by natural disasters causes various kinds of damage, starting from cracks, mold and stains on concrete blankets. This damage can interfere with the strength and safety of the building, so assessing damage to concrete is very important. Not all buildings that are damaged are safe to go to, let alone stepped on, so we need the help of technology, for example cameras or drones.

Keywords: assessment, damage, technology

ABSTRAK

Dalam dunia konstruksi, penilaian kerusakan beton untuk penindakan lanjut sangatlah penting demi keamanan kekuatan gedung sebelum terjadinya sesuatu yang tidak diinginkan. Maka itu penilaian dini bangunan yang mungkin terlihat mengawatirkan sangat penting. Ada banyak metode yang bisa digunakan untuk menilai kerusakan beton tersebut, dimulai dari visual, pengujian yang menggunakan alat, destructive maupun non-destructive test. Seiring pesatnya pembangunan infrastruktur, maka bertambah juga keperluan untuk menilai kerusakan beton tersebut. Tak hanya bangunan baru, bangunan lama pun perlu dinilai untuk memastikan keamanan bangunan tersebut khususnya bangunan-bangunan yang terkena gempa, bencana alam, lingkungan yang kotor dan atau lainnya. Tingginya keperluan penilai di lokasi tersebut menjadi masalah apabila bangunannya sangat luas dan akan memakan waktu apabila dikerjakan dengan tenaga kerja yang sedikit, maka bantuan teknologi adalah solusinya. Bangunan yang terkena bencana alam mengakibatkan bermacam-macam kerusakan, dimulai dari keretakan, jamur dan noda pada selimut beton. Kerusakan ini dapat mengganggu kekuatan dan keamanan bangunan tersebut, dengan itu penilaian kerusakan pada beton sangatlah penting. Tidak semua bangunan yang mengalami kerusakan tersebut aman untuk didatangi apalagi dipijak, maka itu kita membutuhkan bantuan teknologi, contohnya kamera ataupun drone.

Kata kunci: penilaian, kerusakan, teknologi

1. PENDAHULUAN

Dalam dunia konstruksi, keberlanjutannya infrastruktur sipil bisa dicapai dengan bertahap dan penilaian yang menerus menggunakan *Structural Health Monitoring (SHM) tools and technique* (Sankarasrinivasan, Balasubramanian, Karthik, Chandrasekar dan Gupta). Penilaian kondisi struktur adalah praktik profesional yang memperhatikan kerusakan, pada elemen struktur, perbaikan pemeliharaan dan rehabilitasi struktur (Tirpude, Jain, Bhattacharjee). Maka itu penilaian dini bangunan yang mungkin terlihat mengawatirkan sangat penting. Penilaian kondisi ini terlibat pada infrastruktur sipil seperti jembatan, bendungan, pembangkit listrik dan jalur pipa (Pragalath, Seshathiri, Rathod dan Esakki). Ada banyak metode yang bisa digunakan untuk menilai kerusakan beton tersebut, dimulai dari visual, pengujian yang menggunakan alat, *destructive* maupun *non-destructive test*.

Contoh penilaian visual ialah penilai datang ke lokasi bangunan yang diperlukan penilaian, penilai akan mencatat setiap elemen bangunan (balok, kolom, pelat, dll) pada tabel yang penilai tersebut gunakan dengan tingkat kerusakan atau kondisi elemen tersebut. Cara penilaian ini biasa disebut sebagai penilaian visual secara langsung.

Seiring pesatnya pembangunan infrastruktur, maka bertambah juga keperluan untuk menilai kerusakan beton tersebut. Tak hanya bangunan baru, bangunan lama pun perlu dinilai untuk memastikan keamanan bangunan tersebut khususnya bangunan-bangunan yang terkena gempa, bencana alam, lingkungan yang kotor dan atau lainnya. Tingginya keperluan penilai di lokasi tersebut menjadi masalah apabila bangunannya sangat luas dan akan memakan waktu apabila dikerjakan dengan tenaga kerja yang sedikit, maka bantuan teknologi adalah solusinya.

Bangunan yang terkena bencana alam mengakibatkan bermacam-macam kerusakan, dimulai dari keretakan, jamur dan noda pada selimut beton. Kerusakan ini dapat mengganggu kekuatan dan keamanan bangunan tersebut, dengan itu penilaian kerusakan pada beton sangatlah penting. Tidak semua bangunan yang mengalami kerusakan tersebut aman untuk didatangi apalagi dipijak, maka itu kita membutuhkan bantuan teknologi, contohnya kamera ataupun *drone*.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian menjelaskan secara rinci tahapan penelitian dari mulai persiapan sampai penarikan kesimpulan. Prosedur analisis, sumber data, teknik pengumpulan data, dan teknik analisis juga perlu dipaparkan secara jelas dan berurutan sesuai urutan pelaksanaan penelitian. Penulis diperkenankan mencantumkan diagram alir penelitian.

Diagram Alur Penelitian

Penelitian ini dibuat untuk memperoleh cara baru untuk mempermudah penilaian kerusakan beton dengan bantuan teknologi. Dimulai dari melakukan studi lapangan dan studi literature lalu mengidentifikasi masalah.

Identifikasi Masalah

Banyak macam atau metode dalam menilai kerusakan beton, untuk mengatasi masalah-masalah yang timbul. Penelitian ini dibuat untuk meneliti dan menilai kerusakan pada bangunan yang akan dinilai. Penilaian ini dilakukan dengan bantuan aplikasi yang sudah dimodifikasi untuk memberi kemudahan dalam penilaian menggunakan komputer. Alat bantu tersebut akan memproses gambar yang diambil di lapangan untuk diberikan nilai kerusakan atau *condition rating*.

Merancang Aplikasi

Untuk menyelesaikan penelitian ini, aplikasi pertama-tama harus dirancang menggunakan *MATLAB* yang dibuat sedemikian rupa untuk kepentingan penelitian ini. Membuat fungsi untuk membaca dan memproses gambar kerusakan, menampilkan jenis kerusakan, menentukan tingkat kondisi setiap jenis kerusakan, menghitung tingkat kondisi per-elemen struktur.

Pengumpulan Data

Data-data di penelitian ini dikumpulkan dengan cara pengambilan gambar kerusakan pada bangunan yang aktif maupun sudah tidak aktif, contohnya kantor, bangunan mal, apartemen dan sebagainya. Pengambilan gambar dilakukan dengan cara memposisikan kamera atau alat tangkap gambar sejajar dengan objek atau elemen bangunan yang ingin diambil sebagai data, pastikan penerangan yang cukup agar gambar yang ditangkap dapat dilihat dengan jelas.

Pemrosesan Gambar

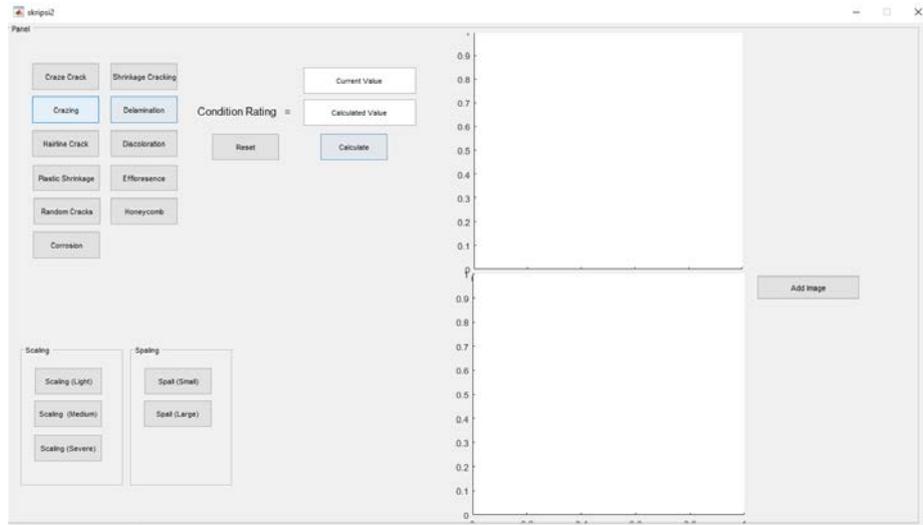
Mendeteksi keretakan pada elemen beton sangatlah penting pada proses penilain kerusakan komponen (Hutcinson, Chen). Pemrosesan gambar dilakukan menggunakan aplikasi *MATLAB* yang sudah di rancang untuk mendeteksi keretakan ataupun kerusakan lainnya. Langkah-langkah pemrosesan dimulai dari:

- Mengunduh gambar kerusakan kedalam program.
- Program akan membaca gambar.
- Gambar kerusakan yang berupa noda, retak dan lain lain akan diproses didalam aplikasi tersebut.
- Hasil pemrosesan gambar berupa gambar hitam putih dan kerusakan saja yang ditampilkan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

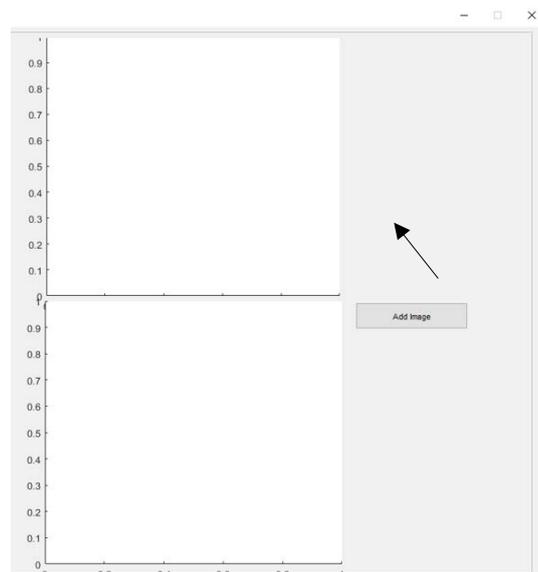
Mengoperasikan Aplikasi

Aplikasi yang sudah dirancang pada program bantuan *MATLAB* dijalankan. Window baru akan muncul dan menampilkan tampilan awal untuk aplikasi penilaian kerusakan ini. Tampilan awal terlihat seperti gambar berikut:



Gambar 2. Tampilan awal

Langkah selanjutnya ialah memasukan gambar kerusakan yang ingin diproses untuk dinilai pada aplikasi ini dengan menekan tombol 'Add Image' yang berada pada sisi kanan seperti yang ditunjukkan gambar berikut:

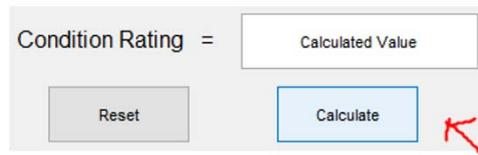


Gambar 3. Tombol 'Add Image'

Setelah gambar yang sudah dipilih ditampilkan pada aplikasi ini, proses penilaian dapat langsung dilakukan dengan langkah pertama mengidentifikasi kerusakan-kerusakan yang ada pada gambar kerusakan ini. Untuk setiap kerusakan yang teridentifikasi, diperlukan tombol 'calculate' untuk memasukan nilai kerusakan pada perhitungan apabila terdapat lebih dari satu jenis kerusakan.



Gambar 4. Jenis-jenis kerusakan



Gambar 5. Tombol ‘calculate’ untuk memasukan nilai kerusakan

Apabila ada kesalahan dalam memasukan nilai, terdapat tombol ‘reset’ untuk menghapus kesalahan tersebut. Hasil akhir dari penilaian ini ditampilkan pada kolom yang bertuliskan ‘calculated value’ pada gambar 5.

Nilai-nilai kerusakan yang digunakan diambil dari pengolahan data dengan metode fuzzy logic (jain dan bhata, 2012). Nilai-nilai ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. *Condition Rating* yang diperoleh dari hasil pengolahan data dengan metode *fuzzy logic* (jain dan bhat, 2012)

Jenis Kerusakan	Definisi	Indeks Kondisi
	Retak adalah pemisahan yang sempurna atau tidak sempurna, dari beton, menjadi 2 bagian atau lebih yang dihasilkan oleh perpecahan atau perekahan	
Craze Crack	Retak acak yang terjadi secara halus atau terdapat celah-celah pada permukaan plester, pasta semen, mortar, atau beton	1.75
Cracking	Lanjutan dari craze cracks. Pola craze cracks yang berada di permukaan	2.00
Hairline Crack	Retak pada permukaan beton dengan lebar yang kecil	1.33
Plastic Shrinkage	Retak pada permukaan beton yang masih baru, dimana beton tersebut masih plastis.	2.00
Random Cracks	Retak yang tak terkontrol terjadi karena terjadi di berbagai arah dari control joint	1.71
<i>Shrinkage cracking</i>	Retak pada struktur yang disebabkan oleh kegagalan kuat tekan karena pengurangan konten kelembaban pada internal atau eksternal, karbonasi, atau keduanya	2.00
Delamination	Retak, pemisahan beton terjadi secara horizontal dan paralel dan umumnya terjadi pada permukaan beton. Sangat sering ditemukan pada deck jembatan, pelat lantai pada gedung parkir	2.00

Tabel 1. *Condition Rating* yang diperoleh dari hasil pengolahan data dengan metode *fuzzy logic* (jain dan bhattacharjee, 2012) (lanjutan)

Jenis Kerusakan	Definisi	Indeks Kondisi
Discoloration	Perubahan warna beton dari warna normal atau warna yang diinginkan, biasanya terjadi karena karat atau perubahan kimiawi.	2.90
Efflorescence	Endapan dari garam putih, biasanya kalsium karbonat, terlihat di permukaan beton yang mengalami retak akibat reaksi alkali-silika dan pemekaran yang terjadi di permukaan dinding	2.50
<i>Honeycomb</i>	<i>Void</i> pada beton yang disebabkan oleh kekurangan vibrasi/getaran saat penuangan beton segar, slump yang rendah atau tidak sesuai, atau kemampuan baja tulangan	2.29
<i>Corrosion</i>	Penguraian atau keruntuhan pada besi tulangan beton karena elektrolisis atau serangan kimiawi	3.57
	<i>Scaling</i> adalah pengupasan semen matriks dekat bagian permukaan. <i>Scaling</i> merupakan proses dari <i>disintegration</i>	
- <i>Scaling (light)</i>	<i>Scaling</i> terjadi hanya pada permukaan mortar tidak mengakibatkan agregat kasar terlihat	1.75
- <i>Scaling (medium)</i>	<i>Scaling</i> terjadi pada permukaan mortar dengan kedalaman 5 sampai 10 mm (0.2 - 0.4 in.) dan mengekspos agregat kasar	2.00
- <i>Scaling (serve)</i>	<i>Scaling</i> terjadi pada permukaan mortar dengan kedalaman 5 sampai 10 mm (0.2 - 0.4 in.) dan agregat kasar terkikis dengan kedalaman 10 - 20 mm (0.4 - 0.8 in.)	2.50
	<i>Spalling</i> adalah rontoknya pecahan beton, biasanya berbentuk serpihan dari beton	
- <i>Spall (small)</i>	<i>Spalling</i> berbentuk lingkaran atau oval atau, di kasus lain berbentuk memanjang, <i>spall</i> dengan kedalaman tidak lebih dari 20 mm (0.8 in.) dan 150 mm (6 in.)	2.00
- <i>Spall (large)</i>	<i>Spalling</i> berbentuk lingkaran atau oval atau, di kasus lain berbentuk memanjang, <i>spall</i> dengan kedalaman lebih dari 20 mm (0.8 in.) dan 150 mm (6 in.)	3.00

Berikut hasil penilaian yang sudah dilakukan pada lantai 1 bangunan yang digunakan dalam penelitian ini:

Tabel 2. Hasil Penilaian

Nomor	Element	Jenis Kerusakan	Rating
Lantai 1			
B1	Balok	Spalling (Large)	3
B2	Balok	Discoloration, Crazing	2.45
B3	Balok	Spalling (Large)	3
B4	Balok	Discoloration	2.9
B5	Balok	Scaling (Medium)	2
B6	Balok	Discoloration	2.9
B7	Balok	Spalling (Large)	3
B8	Balok	Scaling (Medium)	2
B9	Balok	Scaling (Medium)	2
B10	Balok	Discoloration	2.9

Tabel 2. Hasil Penilaian (lanjutan)

Nomor	Element	Jenis Kerusakan	Rating
Lantai 1			
B11	Balok	Scaling (Medium)	2
B12	Balok	Scaling (Medium)	2
B13	Balok	Spalling (Small)	2
B14	Balok	-	-
B15	Balok	Scaling (Small)	1.75
B16	Balok	-	-
B17	Balok	Discoloration	2.9
B18	Balok	Spalling (Large)	3
B19	Balok	-	-
B20	Balok	Scaling (Medium)	2
B21	Balok	Scaling (Small)	1.75
B22	Balok	Scaling (Small)	1.75
B23	Balok	Scaling (Small)	1.75
B24	Balok	Scaling (Medium)	2
B25	Balok	-	-
B26	Balok	Scaling (Medium)	2
B27	Balok	Discoloration	2.9
B28	Balok	-	-
B29	Balok	Scaling (Medium)	2
B30	Balok	Scaling (Medium)	2
B31	Balok	Scaling (Medium)	2
B32	Balok	Spalling (Large)	3
B33	Balok	Random Cracks, Scaling (Medium)	1.855
B34	Balok	Spalling (Small)	2
K1A	Kolom	Discoloration	2.9
K1B	Kolom	Crazing	2
K1C	Kolom	Scaling (Medium)	2
K1D	Kolom	Discoloration	2.9
K1E	Kolom	Corrosion	3.57
K1F	Kolom	Scaling (Medium)	2
K2A	Kolom	Discoloration	2.9
K2B	Kolom	Corrosion, Discoloration	3.235
K2D	Kolom	Scaling (Severe)	2.5
K2F	Kolom	Scaling (Medium)	2
K3A	Kolom	Spalling (Large), Corrosion	3.29
K3B	Kolom	Discoloration	2.9
K3D	Kolom	-	-
K3F	Kolom	Crazing	2
K4A	Kolom	Spalling (Large)	3
K4B	Kolom	-	-

Tabel 2. Hasil Penilaian (lanjutan)

Nomor	Element	Jenis Kerusakan	Rating
Lantai 1			
K3D	Kolom	-	-
K3F	Kolom	Crazing	2
K4A	Kolom	Spalling (Large)	3
K4B	Kolom	-	-
K4C	Kolom	-	-
K4D	Kolom	-	-
K4E	Kolom	-	-
P1	Pelat	Discoloration	2.9
P2	Pelat	Discoloration	2.9
P3	Pelat	Discoloration	2.9
P4	Pelat	-	-
P5	Pelat	Discoloration	2.9
P6	Pelat	Discoloration, Spalling (Large)	2.95
P7	Pelat	Discoloration	2.9
P8	Pelat	-	-
P9	Pelat	Spalling (Large), Corrosion	3.29
P10	Pelat	-	-
P11	Pelat	Discoloration	2.9
P12	Pelat	Discoloration	2.9
P13	Pelat	-	-
P14	Pelat	-	-

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Hasil dari penelitian ini menunjukkan:

- Pemrosesan gambar dilakukan dengan merancang aplikasi dengan bantuan MATLAB menggunakan *Graphical User Interface* (GUI). Langkah selanjutnya adalah membuat fungsi untuk membaca dan memproses gambar kerusakan, menampilkan jenis kerusakan, menentukan tingkat kondisi setiap jenis kerusakan, menghitung tingkat kondisi per-elemen struktur.
- Penggunaan aplikasi penilaian dilakukan dengan menginput gambar kerusakan berupa foto hasil pengamatan lapangan dan menentukan jenis kerusakan. Aplikasi akan secara otomatis menghasilkan tingkat kondisi kerusakan beton.
- Kendala yang timbul pada proses pembacaan foto hasil pengamatan lapangan adalah hasil pemrosesan gambar kurang jelas. Hal ini terjadi karena cara pengambilan foto di lapangan yang kurang tepat. Sehingga disyaratkan pengambilan foto tegak lurus bidang agar aplikasi penilaian dapat membaca kondisi kerusakan dengan lebih jelas seperti lebar dan panjang retak.

Saran

- Dalam pengambilan gambar dapat menggunakan peralatan yang lebih bagus agar hasil fotonya bisa dianalisa lebih baik oleh program, contohnya *extension* agar kamera bisa tegak lurus dengan balok, kolom dan pelat. Adapun syarat seperti ini agar aplikasi yang dirancang bisa membaca gambar dan menganalisa gambar dengan sangat baik.
- Penggunaan teknologi *Drone* dapat digunakan untuk membantu pengambilan gambar di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Hutchinson T. C., Chen Z. Q. "Improved Image Analysis for Evaluating Concrete Damage". *Journal of Computing in Civil Engineering* ASCE. University of Notre Dame. Indiana. 2006.
- Jain K. K., Bhattacharjee B. "Application of Fuzzy Concepts to the Visual Assessment of Deteriorating Reinforced Concrete Structures". *Journal of Construction Engineering and Management* ASCE. Vol. 138. Mar 2012: 399-408.
- Pragalath H., Seshathiri S., Rathod H., Esakki B., Gupta R. "*Deterioration Assessment of Infrastructure Using Fuzzy Logic and Image Processing Algorithm*". ASCE. University of Manchester. 2018.
- Sankarasrinivasan S., Balasubramanian E., Karthik K., Chandrasekar U., Gupta R., 2015. "Health Monitoring of Civil Structures with Integrated UAV and Image Processing System". *ELSEVIER*. Vol. 54. 2015: 508-515.
- Tirpude, N.P., Jain, K.K., and Bhattacharjee, B. "Decision model for repair prioritization of reinforced-concrete structures." *Journal of performance of Constructed Facilites*, 28(2), April 2014.