

PENILAIAN TINGKAT KERUSAKAN GEDUNG PASCA KEBAKARAN

Erwin Aprianto¹, Henny Wiyanto²

¹Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S. Parman No.1 Jakarta
Email: erwin.325150077@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: 17-01-2020, revisi: 10-02-2020, diterima untuk diterbitkan: 17-02-2020

ABSTRACT

The problem of building fires in major cities in Indonesia is a serious problem from various parties. Fires occur due to various things, such as electrical short circuit, exploding gas cylinders, riots, and crime. The role of structural experts in handling post-fire buildings is how to estimate the temperature that occurs in the post-fire structural elements, estimate the strength of the remaining post-fire structure of the building, and propose reinforcement techniques on these elements. This paper is limited to the evaluation of structural elements after the fire. The purpose of this study is to determine the type and level of damage that occurs after the building fire. This research is done by using secondary data. The method used is visual observation, non-destructive test and destructive test. From the results of the analysis will be assessed against each of the building elements that are reviewed. And from these results it can be concluded that Building A can still be eligible to be used by doing a number of reinforcement on certain elements, and Building B is no longer suitable to be used.

Keywords: Building post-fire, visual observation, non-destructive test, destructive test.

ABSTRAK

Masalah kebakaran gedung di kota-kota besar di Indonesia menjadi masalah yang serius dari berbagai pihak. Kebakaran terjadi diakibatkan oleh berbagai hal, seperti hubungan pendek arus listrik, tabung gas meledak, huru-hara, maupun tindak kriminalitas. Peran para ahli struktur dalam menangani gedung pasca kebakaran adalah bagaimana menaksirkan suhu yang terjadi di elemen struktur pasca kebakaran, menaksirkan kekuatan sisa struktur bangunan pasca kebakaran, dan mengusulkan teknik perkuatan pada elemen tersebut. Pada penulisan ini dibatasi pada penilaian elemen struktur pasca kebakaran saja. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui jenis dan tingkat kerusakan yang terjadi pasca kebakaran Gedung. Penilitan ini dilakukan dengan menggunakan data sekunder. Metode yang digunakan adalah visual observation, non-destructive test dan destructive test. Dari hasil analisis akan dilakukan penilaian terhadap masing-masing elemen bangunan yang ditinjau. Dan dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa Gedung A masih bisa dilakuk digunakan dengan melakukan sejumlah perkuatan pada bagian elemen tertentu, dan Gedung B sudah tidak laik digunakan.

Kata kunci: Gedung pasca kebakaran, visual observation, non-destructive test, destructive test.

1. PENDAHULUAN

Akhir-akhir ini, masalah kebakaran gedung di kota-kota besar di Indonesia menjadi masalah yang serius dari berbagai pihak. Kebakaran terjadi diakibatkan oleh berbagai hal, seperti hubungan pendek arus listrik, tabung gas meledak, huru-hara, maupun tindak kriminalitas. Pihak-pihak yang berurusan dengan pasca gedung terbakar tidak hanya pemilik gedung saja, melainkan pihak kepolisian, pihak pengacara hukum, maupun pihak asuransi, namun untuk lebih luas lagi juga melibatkan para ahli struktur (teknik sipil).

Peran para ahli struktur dalam menangani gedung pasca kebakaran adalah bagaimana menaksirkan suhu yang terjadi di elemen struktur pasca kebakaran, menaksirkan kekuatan sisa struktur bangunan pasca kebakaran, dan mengusulkan teknik perkuatan pada elemen tersebut. Pada penulisan ini dibatasi pada penilaian elemen struktur pasca kebakaran saja.

Perubahan temperatur yang cukup tinggi, seperti yang terjadi pada peristiwa kebakaran, akan membawa dampak pada struktur beton. Karena pada proses tersebut akan terjadi suatu siklus pemanasan dan pendinginan yang bergantian, yang akan menyebabkan adanya perubahan fase fisis dan kimiawi secara kompleks. Hal ini akan mempengaruhi kualitas/kekuatan struktur beton tersebut. Pada beton normal mutu tinggi dengan suhu 1200°C

terjadi penurunan kekuatan tekan sampai tinggal 40% dari kekuatan awal. Sedangkan pada beton mutu tinggi dengan silikafume dan *superplasticizer* akan mengalami perubahan yang cukup berarti pada suhu tinggi dimana kekuatannya tinggal 35%.

Didasari oleh penelitian-penelitian tersebut, dalam penulisan penelitian ini akan dilakukan kajian penilaian terhadap bangunan pasca kebakaran. Bangunan yang diteliti dengan tingkat kerusakan ringan hingga berat yang secara visual dapat diperkirakan berdasarkan perubahan tekstur dan strukturnya pada gedung pasca kebakaran.

Berdasarkan latar belakang perlu dilakukan *test visual observation* untuk mengetahui seberapa rusak beton akibat kebakaran, melakukan *hammer test* dan *coring test* untuk mengetahui nilai kuat tekan beton dan selanjutnya akan di buat skala kerusakannya dan melakukan penilaian struktur terhadap gedung pasca kebakaran berdasarkan ketiga metode tersebut untuk mengetahui kelaikan gedung tersebut.

Berdasarkan latar belakang yang tertera diatas, maka berikut adalah rumusan masalah yang direncanakan:

1. Bagaimana langkah untuk melakukan penilaian kerusakan gedung pasca kebakaran?
2. Bagaimana menentukan klasifikasi keandalan bangunan gedung pasca kebakaran?

Tujuan penelitian tersebut adalah sebagai berikut:

1. Mengerti langkah penilaian yang dilakukan pada struktur gedung pasca kebakaran.
2. Menentukan klasifikasi tingkat kerusakan bangunan gedung pasca kebakaran.

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Penelitian dilakukan pada bangunan gedung dengan konstruksi beton.
2. Pengujian beton menggunakan rebound hammer test dan coring test.
3. Penelitian dilakukan pada bagian struktur atas bangunan.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Metode yang di gunakan

Metode yang digunakan dalam pelaksanaan pemeriksaan struktur bersifat menyeluruh, yaitu dengan metode *visual observation*, *non-destructive test* dan *destructive test*. Metode *visual observation* dilakukan dengan pengamatan dan pemeriksaan lapangan secara *visual*. Metode *non-destructive test* dilakukan dengan menggunakan *rebound hammer test* dan metode *destructive test* dilakukan dengan *core drill*.

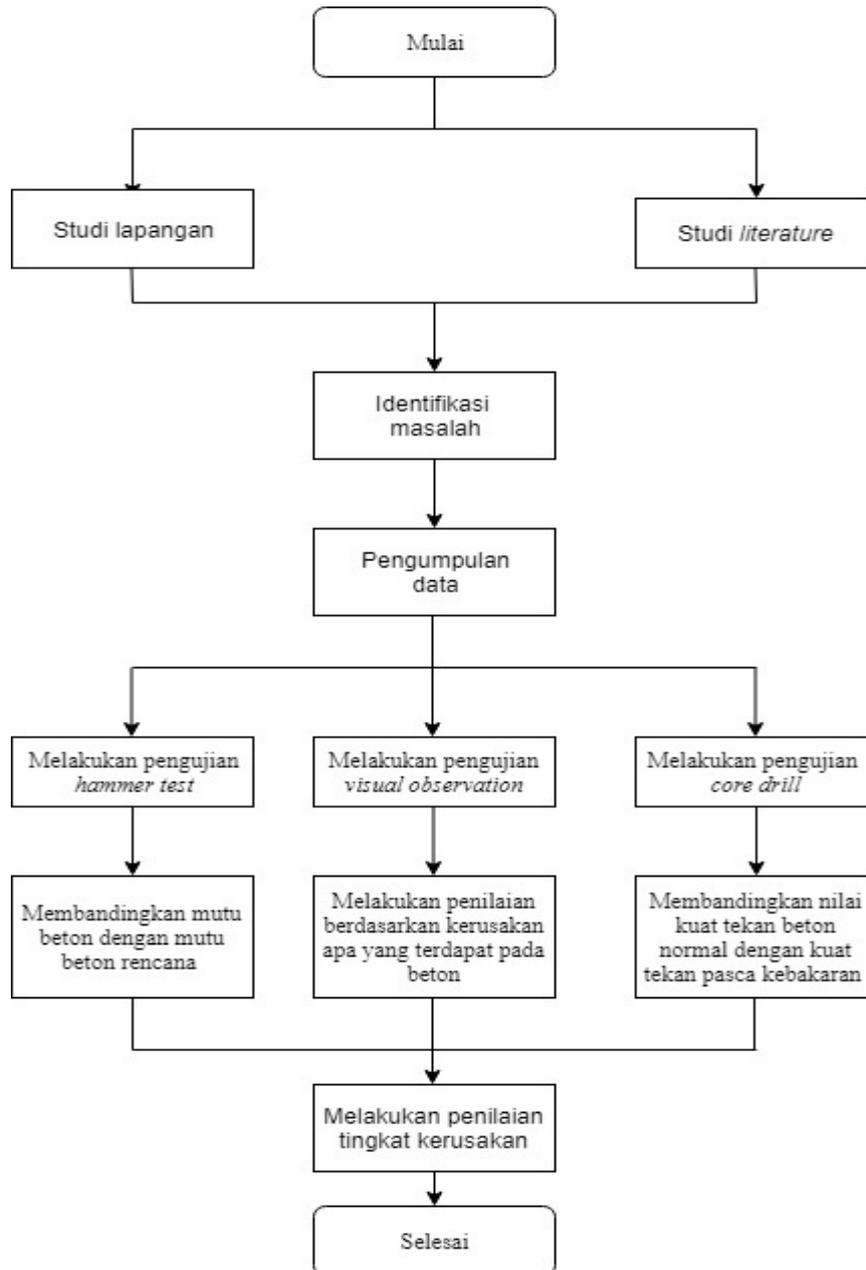
2.2. Peninjauan Lapangan

Kegiatan pemeriksaan bangunan dapat disusun menjadi beberapa langkah-langkah kegiatan. Urutan langkah-langkah tersebut adalah sebagai berikut:

1. Penelusuran data bangunan
2. Pemeriksaan visual bangunan
3. Pemeriksaan kerusakan yang terjadi
4. Pengujian lapangan dan laboratorium

2.3. Diagram Alir

Tahap pelaksanaan pemeriksaan kelaikan bangunan secara keseluruhan dapat disampaikan bagan alur berikut :



Gambar 1 Diagram Alir

2.4. Pemeriksaan struktur pasca kebakaran

Gedung-gedung mengalami kebakaran akan mengalami kerusakan akibat dari tingkat yang paling ringan, sedang sampai berat tergantung pada tinggi temperatur dan durasi kebakaran. Untuk melihat seberapa kerusakan yang terjadi akibat kebakaran, dilakukan beberapa tahapan penelitian sebagai berikut:

1. *Visual observation*

Pemeriksaan visual merupakan tahapan awal dari sekian tahapan yang akan dilakukan dalam pemeriksaan kondisi kelaikan gedung pasca kebakaran. Pemeriksaan visual bertujuan untuk mengelompokkan jenis dan tingkat kerusakan yang terjadi pasca kebakaran (Sumber : Jordan, 2013).

Penilaian pengamatan visual terdiri dari :

1. Ada atau tidaknya pengelupasan/spalling dari selimut beton,
2. Ada atau tidaknya retak permukaan (surface cracks) pada permukaan beton,
3. Ada atau tidaknya deformasi plastis elemen struktur, untuk mendeteksi kekuatan dan kekakuan struktur,
4. Perubahan warna pada beton, untuk mendeteksi temperatur tertinggi pada beton yang pernah dialami,

Dalam pengamatan *visual* dilakukan pada 2 obyek pengamatan yaitu pada:

1. Pengamatan kolom

Pengamatan kolom meliputi kondisi struktur kolom, yaitu beberapa pengelupasan cat, plester dan beton kolom, dan kondisi beton kolom.

Skala kerusakan kolom dibagi menjadi 5 kondisi, yaitu:

1. Baik
2. Cukup baik
3. Rusak ringan
4. Rusak sedang
5. Rusak berat

2. Pengamatan pelat

Pengamatan pada pelat meliputi kondisi penutup lantai berupa keramik, kondisi beton pelat lantai, terlihatnya tulangan, kondisi tulangan, serta lendutan pada pelat.

Pada pelat dibagi menjadi 3 skala kerusakan , yaitu:

1. Rusak ringan
2. Rusak sedang
3. Rusak berat

Tabel 1. Tingkat kerusakan akibat kebakaran

No	Jenis struktur	Tingkat kerusakan			
		Tidak rusak	Kerusakan ringan	Kerusakan sedang	Kerusakan berat
1	Kolom	Plesteran utuh tidak terdapat retak plesteran menerus	Kerusakan ini berupa perubahan warna menjadi hitam disertai retak rambut pada plesteran	Plesteran terkelupas, retak, warna hangus, tidak rapuh, bunyi cukup nyaring bila di pukul	Dipukul rapuh, bunyi tidak nyaring, plesteran lepas, retak , <i>spalling</i>
2	Balok	Tampak seperti asli utuhnya	Kerusakan ini berupa perubahan warna menjadi hitam disertai retak rambut pada plesteran	Plesteran lepas, retak, warna kehitaman (hangus), retak rambut tidak menerus	Spalling, melengkung / deformasi permanen jelas, retak struktural
3	Pelat	Tampak seperti asli utuhnya	Kerusakan ini berupa perubahan warna menjadi hitam disertai retak rambut pada plesteran	Plesteran lepas, retak, warna kehitaman (hangus), retak rambut tidak menerus	Jebol, melengkung/ deformasi permanen jelas,retak structural, tulangan terlihat , plesteran lepas

(Sumber : Rizal, 2010)

2. Non-destructive test

Nilai *rebound* dari hasil *hammer test* kemudian akan dikonversi melalui grafik atau tabel yang ada pada *hammer test* beton sesuai sudut tembakan untuk menunjukkan kuat tekan beton tersebut. Dari hasil data konversi tersebut akan dihitung berapa mutu beton rata-rata tersebut dan akan di bandingkan mutu beton rencana yang selanjutnya akan dilakukan penilaian skala kerusakan. Skala kerusakan dibagi menjadi 5 bagian ,yaitu :

1. Baik
2. Cukup baik
3. Rusak ringan
4. Rusak sedang
5. Rusak berat

3. Destructive test

Core drill merupakan sebuah metode *destructive test* dan salah satu pengujian terbaik untuk mengetahui kekuatan sisa dari struktur bangunan beton akibat kebakaran. Pengujian ini dilakukan dengan mengambil sampel *core drill* (diameter 10 cm) dan *core case* (diameter 5 cm) yang selanjutnya dibawa ke laboratorium untuk dilakukan test kuat-desak, kuat tarik. Agar pengambilan sample dengan *core drill/core case* tidak memotong tulangan dalam beton, digunakan *bar detector* (profometer) untuk menentukan posisinya (Sumber : Ada, 2019).

Beban yang diperoleh dari pengujian di laboratorium dengan alat *hydraulic universal testing machine* selanjutnya akan dihitung kuat tekan karakteristik. Adapun persamaan untuk mencari kuat tekan karakteristik adalah sebagai berikut :

$$\sigma = \left| \frac{\left(\frac{P}{A}\right) \cdot fl/d \cdot fdia \cdot fd}{0.83} \right|$$

Dimana :

σ = kuat tekan karakteristik (kg/cm²)

P = Gaya tekan (kg)

A = Luas bidang tekan (cm²)

L = panjang sampel saat diuji (cm)

D = diameter sampel (cm)

fl/d = faktor koreksi l/d

fdia = faktor koreksi diameter *core*

fd = faktor koreksi kerusakan akibat *drilling*

Adapun untuk faktor koreksi dapat dilihat ditabel berikut dimana untuk faktor koreksi l/d bersumber ASTM C 42/C 42M-04 dan ACI 214.4R-0.3. Sedangkan untuk faktor koreksi diameter bersumber dari ACI 214.4R-03.

2.5 Penetapan tingkat kerusakan akibat kebakaran

Dari pengamatan yang dilakukan terhadap berbagai kasus kerusakan gedung akibat kebakaran, dapat diklasifikasikan menjadi : (Sumber : Sangoju, 2018)

1. Kerusakan ringan

Kerusakan ini berupa pengelupasan pada plesteran luar beton dan terjadinya perubahan warna permukaan menjadi hitam akibat asap dan mungkin disertai retak-retak pada plesteran.

2. Kerusakan sedang

Kerusakan ini berupa retak-retak ringan (kedalaman kurang dari 1 mm) pada bagian luar beton yang berupa garis-garis yang sempit yang tidak terlalu panjang dengan pola menyebar. Retak ini terjadi akibat proses penyusutan beton pada saat kebakaran terjadi.

3. Kerusakan berat

Retak yang terjadi sudah memiliki ukuran lebih dalam dan lebar, dapat terjadi secara tunggal atau berkelompok. Apabila terjadi pada balok kadang-kadang dapat disertai dengan lendutan yang dapat di lihat langsung dengan mata.

4. Kerusakan sangat berat

Kerusakan yang sudah terjadi sedemikian rupa sehingga betonnya pecah/terkelupas hingga tampak tulangan bajanya, ataupun sampai baja tulangannya putus /tertekuk, beton inti hancur.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut adalah hasil dan pembahasan berdasarkan ketiga metode

3.1. Pengamatan *visual* kerusakan struktur

Penilaian pengamatan visual terdiri dari :

1. Ada atau tidaknya pengelupasan/*spalling* dari selimut beton,
2. Ada atau tidaknya retak permukaan (*surface cracks*) pada permukaan beton,
3. Ada atau tidaknya deformasi plastis elemen struktur, untuk mendeteksi kekuatan dan kekauan struktur,
4. Perubahan warna pada beton, untuk mendeteksi temperatur tertinggi pada beton yang pernah dialami,

Berikut adalah gambar *visual* kerusakan yang diambil pada gedung pasca kebakaran mengalami kerusakan. Dalam pengamatan *visual* dilakukan pada 2 obyek pengamatan kolom pengamatan pelat.

1. Pengamatan kolom

Pengamatan kolom meliputi kondisi struktur kolom, yaitu beberapa pengelupasan cat, plester dan beton kolom, dan kondisi beton kolom.

Skala kerusakan kolom dibagi menjadi 5 kondisi, yaitu:

1. Baik
2. Cukup baik
3. Rusak ringan
4. Rusak sedang
5. Rusak berat

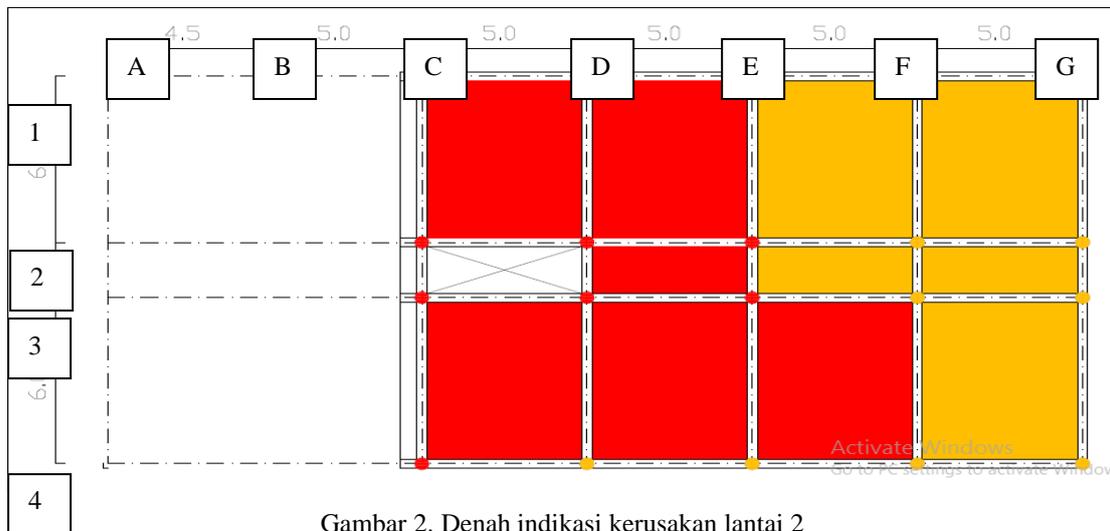
2. Pengamatan pelat

Pengamatan pada pelat meliputi kondisi penutup lantai berupa keramik, kondisi beton pelat lantai, terlihatnya tulangan, kondisi tulangan, serta lendutan pada pelat.

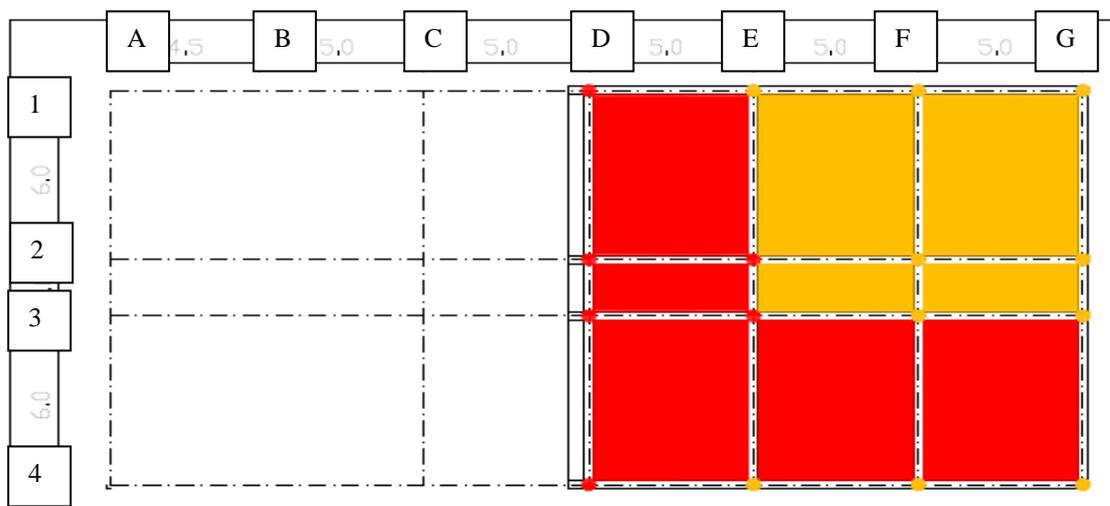
Pada pelat dibagi menjadi 3 skala kerusakan , yaitu:

1. Rusak ringan
2. Rusak sedang
3. Rusak berat

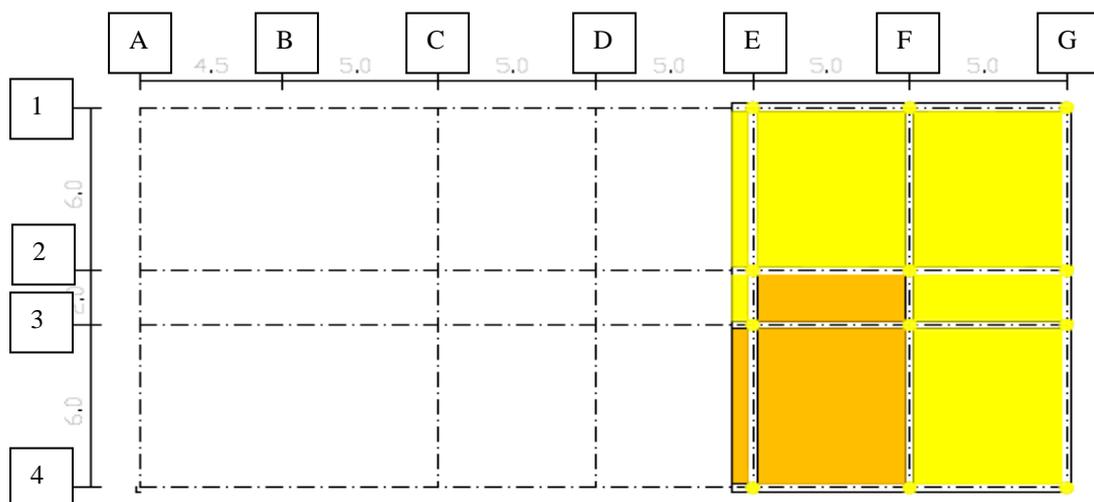
Berikut adalah hasil pengamatan kolom dan pelat gedung A :



Gambar 2. Denah indikasi kerusakan lantai 2



Gambar 3. Denah indikasi kerusakan lantai 3



Gambar 4. Denah indikasi kerusakan lantai top

Dengan keterangan warna :

1. Merah = rusak parah
2. Oren = rusak sedang
3. Kuning = rusak ringan
4. Hijau = cukup
5. Biru = baik

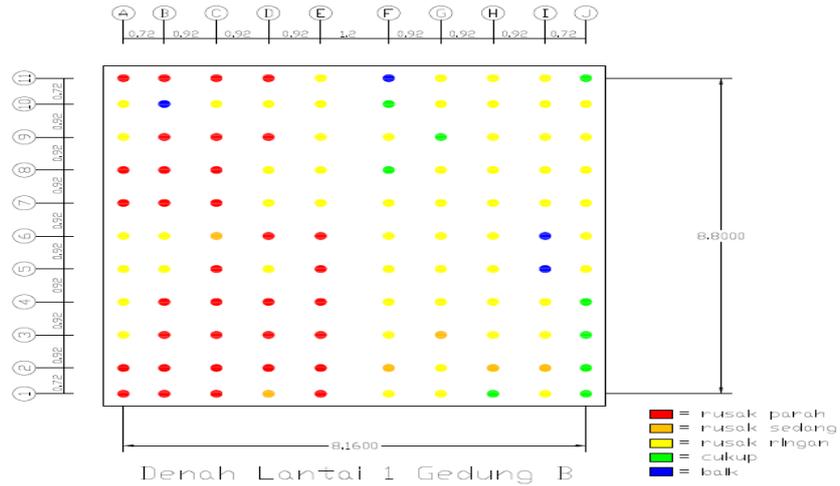
Tabel 2. Persentase kerusakan kolom gedung A

Skala Kerusakan	Jumlah	Persentase (%)
Rusak parah	15	31
Rusak sedang	21	44
Rusak ringan	12	25
Cukup	0	0
Baik	0	0

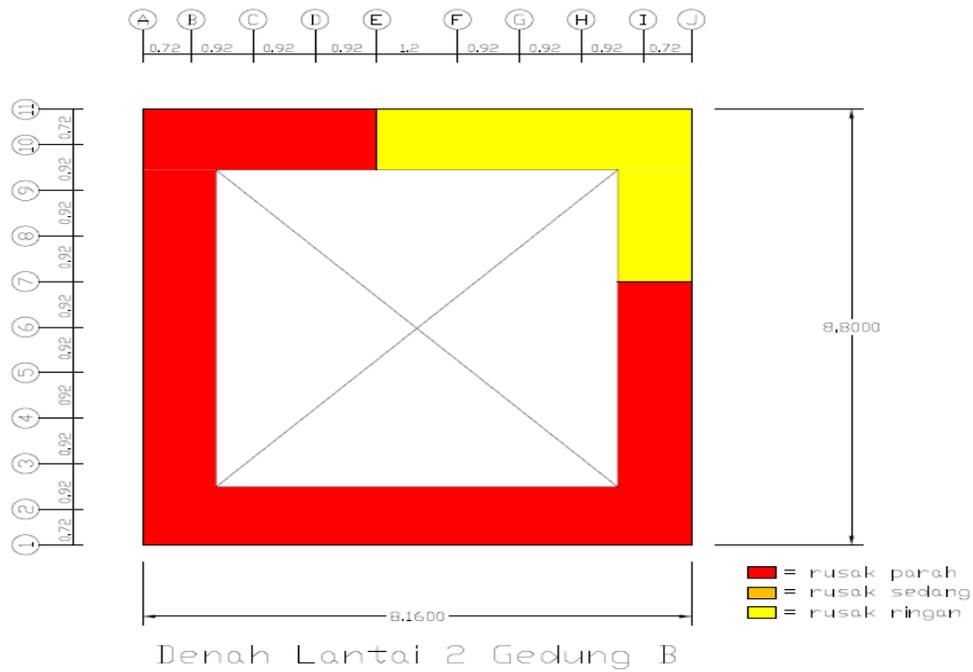
Tabel 3. Persentase kerusakan pelat gedung A

Skala Kerusakan	Jumlah	Persentase (%)
Rusak parah	11	42.5
Rusak sedang	11	42.5
Rusak ringan	4	15

Berikut adalah hasil pengamatan kolom dan pelat gedung B :



Gambar 5. Denah indikasi kerusakan kolom Gedung B



Gambar 6. Denah indikasi kerusakan pelat Gedung B

Tabel 4. Persentase kerusakan kolom gedung B

Skala Kerusakan	Jumlah	Persentase (%)
Rusak parah	34	31
Rusak sedang	6	6
Rusak ringan	55	51
Cukup	9	8
Baik	4	4

Tabel 5. Persentase kerusakan pelat gedung B

Skala Kerusakan	Jumlah	Persentase (%)
Rusak parah	36	75
Rusak sedang	0	0
Rusak ringan	12	25

3.2. Hammer test

Berikut adalah hasil analisis *hammer test* Gedung A dan B :

Tabel 6. Analisis skala prioritas kolom gedung A

No	Bagian	Rata-rata	Arah pukulan	Fc' (kg/cm ²)	Kategori
1	Kolom	38.5	0°	406	Baik
2	Kolom	39.7	0°	428	Baik
6	Kolom	40	0°	434	Baik
7	Kolom	40.3	0°	441	Baik
11	Kolom	42.8	0°	477	Baik
12	Kolom	40.8	0°	440	Baik
16	Kolom	38.8	0°	414	Baik
19	Kolom	38	0°	390	Baik

Tabel 7. Analisis skala prioritas balok gedung A

No	Bagian	Rata-rata	Arah pukulan	Fc' (kg/cm ²)	Kategori
3	Balok	39.2	0°	417	Baik
4	Balok	41	+90°	371	Cukup
8	Balok	40	+90°	363	Cukup
10	Balok	36.2	+90°	346	Cukup
13	Balok	43.8	+90°	408	Baik
14	Balok	42.7	+90°	395	Cukup
17	Balok	35	+90°	334	Cukup
20	Balok	48	+90°	506	Baik

Tabel 8. Analisis skala prioritas pelat gedung A

No	Bagian	Rata-rata	Arah pukulan	Fc' (kg/cm ²)	Kategori
5	Pelat	43.2	+90°	408	Baik
9	Pelat	41.2	+90°	375	Baik
15	Pelat	42.3	+90°	384	Baik
18	Pelat	44.3	+90°	426	Baik

Tabel 9. Analisis skala prioritas kolom gedung B

No	Bagian	Rata-rata	Arah pukulan	Fc' (kg/cm ²)	Kategori
1	C-3	29	0°	349	Baik
2	C-9	30	0°	361	Baik
3	D-6	23	0°	283	Cukup
4	D-10	18	0°	217	Rusak ringan
5	E-3	25	0°	301	Cukup
6	E-4	25	0°	301	Cukup
7	E-5	25	0°	301	Cukup
8	E-6	26	0°	313	Cukup
9	E-7	24	0°	289	Cukup
10	E-8	19	0°	229	Rusak ringan
11	E-10	17	0°	205	Rusak ringan
12	F-3	24	0°	289	Cukup
13	F-4	25	0°	301	Cukup
14	F-7	23	0°	283	Cukup
15	F-9	26	0°	313	Cukup
16	I-11	34	0°	410	Baik

Tabel 10. Analisis skala prioritas Pelat gedung B

No	Bagian	Rata-rata	Arah pukulan	Fc' (kg/cm ²)	Kategori
17	B-3	41	-90°	468	Baik
18	B-8	31	-90°	318	Cukup
19	B-10	37	-90°	405	Baik
20	D-2	40	-90°	457	Baik
21	E-10	38	-90°	421	Baik
22	G-10	34	-90°	360	Cukup
23	I-2	39	-90°	437	Baik
24	I-6	42	-90°	444	Baik
25	I-8	40	-90°	452	Baik

3.3. Core Drill

Berikut adalah hasil analisis *core drill* Gedung B :

Tabel 11. Skala Prioritas Gedung B

No	Kode	Σ (kg/cm ²)	Kategori
1	D2 (cendawan)	27.8	Rusak parah
2	C2-D2 (pelat)	11.73	Rusak parah
3	C2-C3 (pelat)	28.15	Rusak parah
4	B3 (cendawan)	38.78	Rusak parah
5	H2-I2 (pelat)	26.62	Rusak parah
6	I2 (cendawan)	22.87	Rusak parah
7	I5 (cendawan)	19.70	Rusak parah
8	I5-I6 (pelat)	23.97	Rusak parah
9	I10 (cendawan)	20.53	Rusak parah
10	H10-I10 (pelat)	32.52	Rusak parah
11	C9 (pondasi)	48.09	Rusak parah
12	C12 (kolom)	125.27	Rusak sedang

Berdasarkan hasil penelitian kuat tekan beton yang dilakukan dapat diketahui bahwa untuk kuat tekan beton yang tidak terkena efek dari kebakaran adalah 125.27 kg/cm². Nilai ini dapat tidak dapat digunakan sebagai acuan kuat beton normal untuk dapat diketahui perbandingannya dengan kuat tekan beton pasca terbakar. Sehingga diperlukan melakukan design ulang dengan fungsi bangunan yang sama dan tinggi lantai yang sama dari ahli. Diambil nilai kuat tekan beton normal 350 - 400 kg/cm². Hal ini mengindikasikan bahwa kuat tekan beton pasca terbakar telah mengalami penurunan kekuatan dan secara mutu dinyatakan tidak layak digunakan lagi

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat ditarik dari hasil analisis ini adalah sebagai berikut.

1. Langkah penilaian kerusakan bangunan pasca kebakaran dimulai dengan menentukan klasifikasi penilaian berdasarkan ketiga metode, dilanjutkan dengan pengumpulan data gedung berupa gambar visual, denah, data *hammer test* dan *core drill*. Hasil penilaian menunjukkan kategori tingkat kerusakan bangunan yang dinilai.
2. Penilaian visual dilakukan dengan memperhatikan kondisi kerusakan elemen yang dinilai. Penilaian *hammer test* dan *core drill* dengan nilai karakteristik beton pasca kebakaran yang tertinggi sebagai acuan nilai terbaik, perlu dipertimbangkan juga jika nilai karakteristik beton pasca kebakaran dibawah standar fungsi bangunan, maka nilai karakteristik yang akan digunakan adalah standarnya nilai karakteristik fungsi bangunan..
3. Penilaian klasifikasi kategori kerusakan bangunan gedung pasca kebakaran akan sulit disimpulkan menjadi satu kesatuan antara ketiga metode, dikarenakan jumlah kategori klasifikasi penilaian yang berbeda. Klasifikasi penilaian tingkat kerusakan beton pada setiap metode harus mempunyai tingkat kategori penilaian yang sama. Sehingga akan memudahkan dalam menyimpulkan tingkat kerusakan bangunan gedung..

4.2. Saran

Adapun saran yang dapat diambil dari pengujian, pembahasan dan kesimpulan adalah sebagai berikut.

1. Berdasarkan hasil analisis pada Gedung A, bangunan tersebut masih laik digunakan dengan melakukan perbaikan dan perkuatan pada bagian yang diperlukan.
2. Diusahakan penilaian visual dilakukan secara langsung, bukan melalui data sekunder agar penilaian lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Ada M., Yüzer N. and Ayvaz, Y. "Postfire damage assessment of a RC factory building." *American Society of Civil Engineers*, 04019047, Agustus 2019: 1-12.
- Jordan, Sokol and Stewart. "Fire damage evaluation for residential and commercial buildings." *American Society of Civil Engineers*, 2013 : 535-546.
- Rizal, F. "Evaluasi kekuatan dan metode perbaikan struktur beton pada gedung pasca kebakaran." *Jurnal Portal*, ISSN 2085-7454. Vol. 2. No. 1, April 2010: 55-61.
- Sangoju, B., et.al. "Fire damage to concrete furnace-supporting structure and formulation of repair methodology." *American Society of Civil Engineers*, 04017138, Januari 2018 : 1-9.

