

JURNAL KONSTRUKSI

Studi Kelayakan Pasca Kebakaran di Gudang PT.Gracia Rotan-Cirebon

Fathur Rohman

Staf Pengajar pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Swadaya Gunung Jati Cirebon

ABSTRAK

Kasus kebakaran yang menimpa gudang PT Gracia Plumbon menyisakan berbagai persoalan seperti kelayakan suatu bangunan. Kelayakan suatu bangunan ini sangat penting untuk keberlangsungan kegiatan produksi rotan dan kenyamanan pengguna dalam bekerja. Pada kasus gedung pasca terbakar, konstruksi bangunan seperti beton merupakan bahan bangunan yang memiliki daya tahan terhadap api yang relatif lebih baik dibandingkan dengan material lain seperti baja, terlebih lagi kayu. umur pakai suatu gedung tidaklah mesti berakhir dengan terjadinya kebakaran, melainkan masih dapat dipakai apabila pada gedung tersebut diperbaiki dengan teknologi rehabilitasi yang tepat. Hal ini akan diperoleh jika survey atau investigasi yang dilakukan di lapangan dapat menggambarkan kondisi riil yang sebenarnya.

Dari hasil pengamatan visual menunjukkan bahwa kebakaran menyebabkan terjadi keretakan pada pada pedestal pondasi. Retaknya 0,2 mm – 0,10 mm, dan ini dibuktikan dengan hasil hummer test pada kolom pedestal, kuat tekannya dibawah K 175. Artinya pondasi pedestal sebagai penyangga kolom struktur baja sudah tidak layak memikul beban. Kondisi visual dari struktur rangka baja mengalami masalah tekuk akibat dari peningkatan temperatur (terbakar) sehingga kolom mengalami deformasi permanen. Artinya material baja tersebut telah melewati kondisi leleh akibat temperatur dan beban yang terjadi secara bersamaan.

Kata Kunci : Beton, *hummer test*, kolom, struktur baja, pondasi

ABSTRACT

Case of a fire that struck a warehouse PT Gracia Plumbon left many problems such as the feasibility of a building. Feasibility of a building is very important for the sustainability of rattan production and user comfort in work. In the case of post-burning building, building construction materials such as concrete is a building that has a fire resistance is relatively better than other materials such as steel, especially wood. lifespan of a building does not necessarily end up with fire, but still can be used if the building is repaired with the proper rehabilitation technology. This would be obtained if the survey or investigation carried out in the field can describe the actual real conditions.

From visual observations indicate that fires cause cracks occurred on the pedestal foundation. Cracking of 0.2 mm - 0.10 mm, and is evidenced by the results of tests on a column pedestal hummer, compressive strength under K 175. That is the foundation of the pedestal as a support column of steel structures is not feasible to carry the load. Visual condition of the steel frame structure having trouble buckling result of an increase in temperature (burning) so that the column undergo permanent deformation. This means that the steel material has passed through the melting due to temperature conditions and loads that occur simultaneously.

Keywords: Concrete, *hummer test*, columns, steel structures, foundations Management, Construction

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebakaran dapat diakibatkan oleh berbagai hal, mulai dari hubungan pendek arus listrik, kompor meledak, huru-hara, maupun tindak kriminalitas. Pihak-pihak yang terpaksa berurusan pasca gedung terbakar tidak hanya pemilik gedung, pihak kepolisian, para pengacara hukum, maupun perusahaan asuransi, namun lebih luas lagi juga mengimbas ke para ahli struktur (teknik sipil). Peran ahli struktur dalam menangani gedung pasca bakar adalah bagaimana: (a) menaksir temperatur tertinggi yang pernah dialami elemen-elemen struktur pada saat kebakaran terjadi, (b) menaksir kekuatan sisa struktur bangunan pasca kebakaran, dan (c) mengusulkan teknik perkuatan elemen-elemen struktur (pelat, balok dan kolom) sesuai keperluan sedemikian rupa sehingga bangunan dapat berfungsi.

Kasus terbakarnya gudang PT. Gracia, menuntut secara ilmiah dan tepat untuk menaksir kerusakan secara analisis dan deskripsi dengan pendekatan literatur untuk mengetahui kelayakan bangunan tersebut apakah dapat dipergunakan kembali atau tidak, sehingga hal ini akan menjadi salah satu dasar dalam pengambilan keputusan bagi pemilik bangunan tersebut.

Hal ini akan diperoleh jika survey atau investigasi yang dilakukan di lapangan dapat menggambarkan kondisi riil yang sebenarnya. Dengan demikian dapat dikatakan disini bahwa, keakuratan data dan informasi yang ada di lapangan akan sangat menentukan. (sumber : Abdul Rocman, 2006).

1.4 Rumusan Masalah

Dalam survai dan invesigasi pasca terbakarnya gudang PT. Gracia ini adalah rumusan permasalahan ini :

1. Bagaimana kondisi baguna gudang pasca terbakar.
2. Bagaimana kekuatan strukturnya.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah :

1. Mengetahui kondisi bangunan pasca terbakar
2. Mengetahi kualitas konstruksi bangunan

1.4 Manfaat Penelitian

Dari hasil penelitan ini maka :

1. Memberikan informasi kepada pemilik dari PT. Gracia mengenai kondisi bangunan gudang pasca terbakar
2. Memberikan manfaat berupa informasi keilmuan bagi masyarakat

1.5 Ruang Lingkup Batasan Penelitian

Ruang lingkup dari penelitan ini adalah :

1. Melakukan pemeriksaan pada elemen – elemen konstruksi bangunan gedung secara visual.
2. Melakukan pemeriksaan kekuatan beton pada pedestal pondasi dengan menggunakan uji hummer test.
3. Membuat kesimpulan dan saran setelah dilakukannya pemeriksaan tersebut.

Batasan masalah antara lain :

1. Tidak menghitung strktrur dengan pemodelan
2. Analisis dengan pendekatan kepustakaan berupa reverensi kejadian bangunan pasca bakar.
3. Aturan – aturan yang digunakan adalah :
 - a. Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk banguan Gedung, SNI. 03 – 1729 – 2002
 - b. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 16/PRT/M/2010 Tentang Pedoman Teknis Pemeriksaan Berkala Bangunan Gedung, lapiran.

2. STUDI LITERATUR

2.1. Jenis – Jenis Kerusakan

Kerusakan umum bangunan gedung dikaitkan dengan depresiasi akibat usia pemanfaatan. Namun demikian usia efektif yang diharapkan bukan satu-satunya faktor yang perlu dipertimbangkan dalam menentukan usia penggunaan bangunan gedung. Penggunaan peraturan dan Standar Nasional Indonesia (SNI) yang dijadikan acuan pada saat perencanaan dan perancangan bangunan ikut menentukan panjang pendeknya usia efektif bangunan gedung. (sumber : laporan Permen PU, 2010)

Bangunan gedung yang telah mengalami renovasi di mana banyak komponen bangunan diperbaharui dan diganti serta menggunakan acuan yang baru akan mempengaruhi usia bangunan gedung. Selanjutnya tingkat kerusakan juga perlu dibedakan atas fungsi bangunan gedung, yang pada umumnya dikelompokkan atas kerusakan ringan,

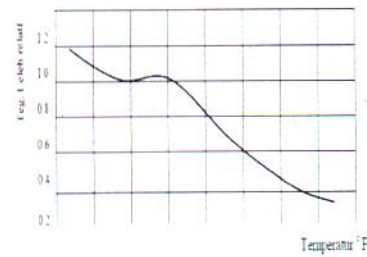
kerusakan sedang dan kerusakan berat. Berdasarkan Permen PU No. 24/PRT/M/2008 tentang jenis – jenis kerusakan :

1. Kerusakan ringan adalah terutama pada komponen non struktural seperti penutup atap, langit – langit, penutup lantai dan dinding pengisi.
2. Kerusakan sedang adalah kerusakan pada bagian komponen non struktural dan atau komponen struktural seperti struktur atap, lantai dan lain – lain.
3. Kerusakan berat adalah kerusakan pada sebagian komponen bangunan, baik struktur maupun struktur apabila setelah diperbaiki masih dapat berfungsi dengan baik sebagaimana mestinya.

2.2. Kerusakan Komponen Gedung Akibat Kebakaran

Peran ahli struktur dalam menangani gedung pasca bakar adalah bagaimana: (a) menaksir temperatur tertinggi yang pernah dialami elemen-elemen struktur pada saat kebakaran terjadi, (b) menaksir kekuatan sisa struktur bangunan pasca kebakaran, dan (c) mengusulkan teknik perkuatan elemen-elemen struktur (pelat, balok dan kolom) sesuai keperluan sedemikian rupa sehingga bangunan dapat berfungsi seperti sebelum kebakaran. (Sumber : *gedung pasca bakar estimasi kekuatan sisa dan teknologi perbaikannya, Abdul Rochman*)

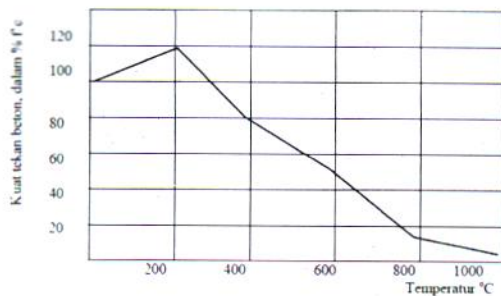
Sebenarnya beton merupakan bahan bangunan yang memiliki daya tahan terhadap api yang relatif lebih baik dibandingkan dengan material lain seperti baja, terlebih lagi kayu. Hal ini disebabkan karena beton merupakan material dengan daya hantar panas yang rendah, sehingga dapat menghalangi rembetan panas ke bagian dalam struktur beton tersebut. Oleh karena itu selimut beton biasanya dirancang dengan ketebalan yang cukup yang dimaksudkan untuk melindungi tulangan dari suhu yang tinggi di luar jika terjadi kebakaran, karena seperti diketahui bahwa tulangan baja akan mengalami penurunan kekuatan/ tegangan leleh yang cukup drastis pada suhu yang tinggi. Pada struktur beton yang mengalami kebakaran, kekuatan beton akan dipengaruhi oleh perubahan temperatur, tingkat dan lama pemanasan, jenis dan perilaku pembebanan, jenis dan ukuran agregat, dan faktor air-semen.



Gambar 1 : Pengaruh temperatur terhadap Tegangan Leleh Baja (Morisco, 1995)

Pengaruh pemanasan sampai pada temperatur 200 °C sebenarnya menguntungkan terhadap beton, karena akan menyebabkan penguapan air (*dehidrasi*) dan penetrasi ke dalam rongga-rongga beton lebih dalam, sehingga memperbaiki sifat lekatan antar partikel-partikel C-S-H. Penelitian Wijaya, (1999, dalam Priyosulistyo, 2000) menunjukkan bahwa kuat-tekan beton benda uji silinder maupun kuat lentur benda uji yang dipanaskan dalam tungku pada temperature 200 °C meningkat sekitar 10-15 % dibandingkan dengan beton normal yang tanpa dipanaskan. Warna beton yang dipanaskan pada temperatur ini umumnya berwarna hitam gelap.

Selanjutnya jika panas dinaikkan lagi, kekuatan beton cenderung menurun (lihat Gambar 2). Pada suhu antara 400 – 600 °C, penurunan kuat-tekan dan kuat lentur hingga mencapai 50 % dari kuat tekan sebelumnya. Penurunan ini disebabkan karena terjadinya proses dekomposisi unsur C-S-H yang terurai menjadi kapur bebas CaO serta SiO₂ yang tidak memiliki kekuatan sama sekali. Karena unsur C-S-H merupakan unsur utama yang menopang kekuatan beton, maka pengurangan C-S-H yang jumlahnya cukup banyak akan sangat mengurangi kekuatan beton. Jika suhu dinaikkan sampai mencapai 1000 oC terjadilah proses karbonisasi yaitu terbentuknya *Calcium Carbonat* (CaCo₃) yang berwarna keputih-putihan sehingga merubah warna permukaan beton menjadi lebih terang (pink keputihputihan). Disamping itu pada temperatur ini terjadi penurunan lekatan antara batuan dan pasta semen, yang ditandai oleh retak-retak dan oleh kerapuhan beton (mudah dipecah dengan tangan).



Gambar 2 : Penurunan Kuat Tekan Beton Pada Berbagai Temperatur (Suhendro, 2008)

Dari pengamatan yang dilakukan terhadap berbagai kasus kerusakan gedung pasca bakar, dapat dikelompokkan menjadi :

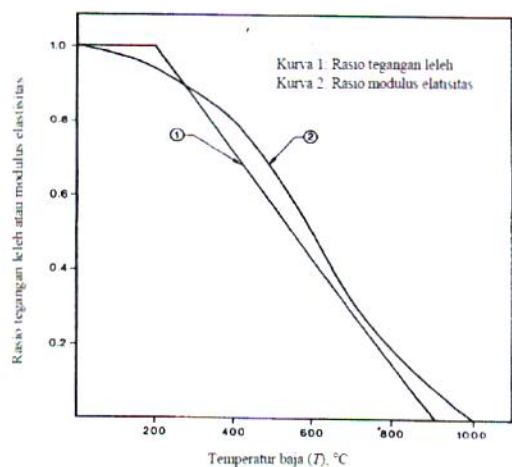
1. **Kerusakan ringan.** Kerusakan ini berupa pengelupasan pada plesteran luar beton dan terjadinya perubahan warna permukaan menjadi hitam akibat asap yang mungkin disertai dengan retak-retak pada plesteran.
2. **Kerusakan sedang.** Kerusakan ini berupa munculnya retak-retak ringan (kedalaman kurang dari 1 mm) pada bagian luar beton yang berupa garis-garis yang sempit dan tidak terlalu panjang dengan pola menyebar. Akibat kenaikan suhu, agregat akan memuai, setelah suhu kembali seperti semula ukuran agregat akan kembali seperti semula. Sedangkan mortar memuai hanya sampai sekitar suhu 200 °C, setelah itu menyusut yang berlanjut sampai dengan suhu normal. Adanya perbedaan sifat pemuaian ini dapat menimbulkan tegangan lokal pada bidang batas antara kedua bahan ini yang jika melebihi tegangan lekat akan terjadi retak/pecah bahkan pengelupasan. Retak ini diakibatkan oleh proses penyusutan beton pada saat terjadi kebakaran.
3. **Kerusakan berat.** Retak yang terjadi sudah memiliki ukuran lebih dalam dan lebar, terjadi secara tunggal atau kelompok. Jika terjadi pada balok kadang-kadang disertai dengan lendutan yang dapat dilihat dengan mata.
4. **Kerusakan sangat berat.** Kerusakan yang terjadi sudah sedemikian rupa sehingga beton pecah/terkelupas sehingga tampak tulangan bajanya, atau bahkan sampai tulangan putus/tertekuk, beton inti hancur.

2.3. Prilaku Material Baja Pada Temperatur

Perencanaan struktur yang hanya berada pada suhu atmosfer jarang meninjau kelakuan pada

suhu tinggi. Pengetahuan pada pada suhu tinggi. Pengetahuan tentang kelakuan ini diperlukan dalam menentukan prosedur pengelasan dan pengaruh kebakaran.

Bila suhu melampaui 93 °C, kurva tegangan regangan mulai menjadi tidak linier dan secara bertahap titik leleh yang jelas menghilang. Modulus elastisitas, kekuatan leleh, dan kekuatan tarik akan menurun bila suhu naik. Pada suhu antara 430 dan 540 °C terjadi laju penurunan maksimum. Baja dengan presentasi karbon tinggi, seperti A36 dan A440 menunjukkan pelapukan tegangan (*strain aging*) pada suhu 150 sampai 370 °C. Pelapukan regangan mengakibatkan turunnya daktilitas.



Gambar 3. Variasi sifat mekanis baja terhadap temperatur

2.4. Alat Pengujian Kerusakan Komponen Struktur

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

1. **Visual Inspection** Mendasarkan pada perubahan secara fisik yang terjadi pada permukaan beton yaitu: (a) perubahan warna permukaan beton, untuk mendeteksi temperatur tertinggi yang pernah dialami, (b) ada atau tidak adanya retak permukaan (*surface cracks*) pada permukaan beton, untuk mendeteksi temperatur tertinggi yang pernah dialami, (c) ada atau tidak adanya deformasi plastis elemen struktur, untuk mendeteksi kekuatan dan kekakuan struktur, maupun temperatur tertinggi yang pernah dialami, (d) ada atau tidak adanya

pengelupasan/*spalling* dari selimut beton dari elemen struktur, untuk mendeteksi temperatur tertinggi yang pernah dialami.

2. *Non-destructive test*/ uji tidak merusak Alat yang digunakan untuk pengujian ini adalah *Rebound Hammer Test*. Cara ini paling sederhana, ringan dan mudah dilakukan. Jarak pantulan suatu massa terkalibrasi (yang digerakkan oleh pegas) yang mengenai permukaan beton-uji digunakan sebagai kriteria kekerasan beton. Kemudian kekerasan beton ini dihubungkan dengan kuat-tekan beton normal, sehingga apabila kekerasan beton tidak relevan dengan kekuatan tekan beton normal, maka hasil pengujian dengan alat ini perlu dilakukan kalibrasi tersendiri. Alat ini menganggap bahwa beton cukup homogen, sehingga perubahan mutu beton di bagian dalam tidak dapat ditunjukkan oleh alat ini. Semakin banyak titik pengamatan, semakin baik hasil yang diperoleh.

Selain penggunaan alat di atas, uji tidak merusak juga dapat dilakukan dengan melakukan pengujian kimia (*Chemical Test*). Uji ini bertujuan untuk melihat hubungan antara unsur-unsur kimia yang terkandung dalam beton, khususnya kapur bebas (CaO), dan temperatur yang pernah dialami beton. Dengan mengetahui temperatur beton, dapat diprediksi kuat-tekan beton. Hasil-hasil pengamatan secara kimia selanjutnya digunakan sebagai pembandingan dari hasil uji fisik. Uji ini dapat menggunakan *Phenolphthalein test (PP-Test)* dimana Phenolphthalein merupakan salah satu indikator kimia yang lazim digunakan untuk mengetahui sifat asam atau basa suatu material, melalui respon warna material yang diuji akibat diolesi/ditetesi phenolphthalein tersebut. Apabila terjadi perubahan warna pada saat diolesi, berarti material yang diuji bersifat basa, dan sebaliknya apabila tidak terjadi perubahan warna berarti material yang diuji bersifat asam. Menurut Parker (1983, dalam Triwiyono, 2000), rentang PK Phenolphthalein adalah antara 8,4 – 10, yang ditunjukkan oleh respon warna: merah sangat tua (*violet 3*) –merah sangat muda (*magenta 1*). Untuk membuat indikator, setiap 1 gram Phenolphthalein dilarutkan ke dalam 50 ml (atau dapat juga 100 ml) alcohol murni.

3. *Destructive Test*/ Uji merusak Pengujian ini dilakukan dengan pengambilan sample dengan *core drill* (diameter 10 cm) dan *core case* (diameter 5 cm) yang selanjutnya dibawa ke laboratorium untuk dilakukan test kuat-desak, kuattarik, dan chemical test

untuk menaksir temperatur tertinggi (Tjokrodimulyo, 2000). Agar pengambilan sample dengan *core drill/core case* tidak memotong tulangan dalam beton, digunakan bar detector (*profometer*) untuk menentukan posisinya. Disamping itu juga dilakukan pengambilan sampel tulangan baja dari dalam beton, untuk dibawa ke laboratorium dan dilakukan tes kuat-tarik (f_y).

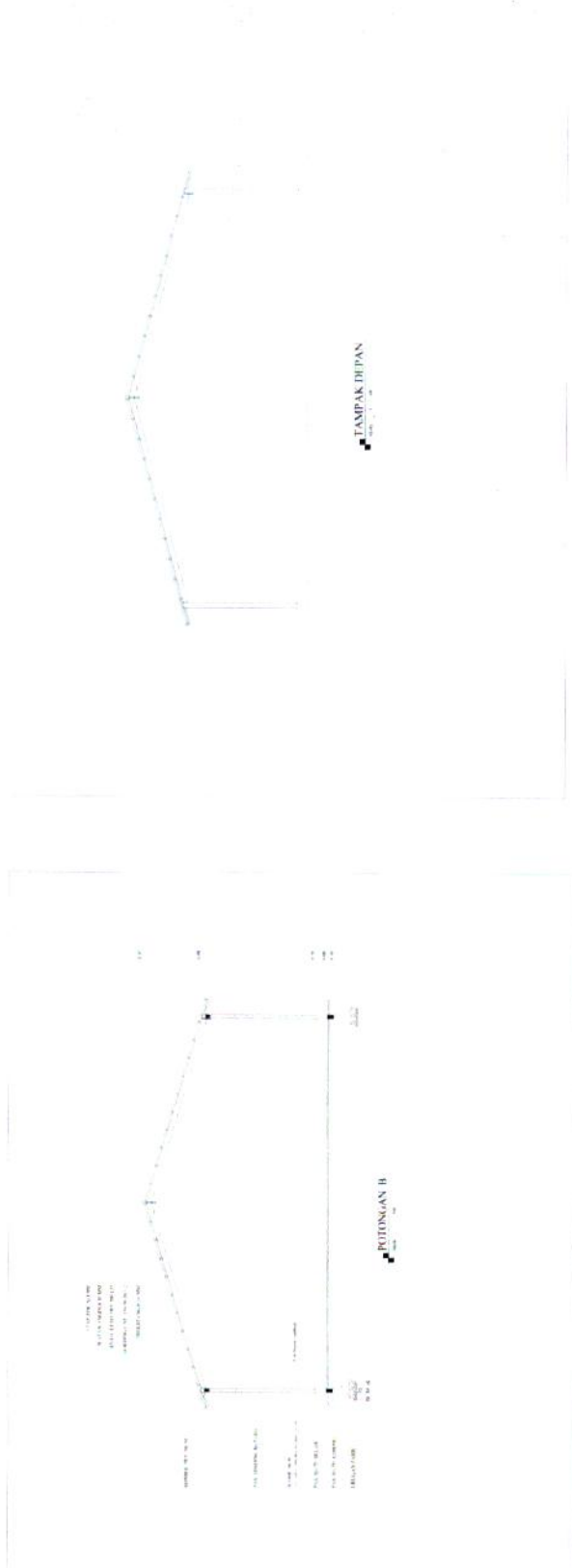
4. *Full Scale Loading Test* (Uji pembebanan skala penuh) Untuk mendapat kan hasil estimasi kekua kekuatan yang lebih pasti, maka jika perlu dilakukan tes pembebanan skala penuh langsung di lapangan pada bagian-bagian struktur yang paling parah sampai dengan 2 kali beban rencana dan merekam respon lendutan yang terjadi di beberapa titik kritis, untuk memperkirakan kekuatan sisa, kekauan, stabilitas, dan batas respon elastiknya, baik secara *static* dengan *water reservoir loading* ataupun secara dinamik dengan *mechanical exiter* (apabila diperlukan).

3. KONDISI EKSISTING DAN DATA – DATA






Gedung yang tidak terbakar ini merupakan gedung produksi mebel dari bahan rotan. Bangunan yang menjadi objek dalam penelitian ini adalah gedung produksi yang tidak ikut terbakar. Struktur dari bangunan ini adalah dengan menggunakan struktur baja. Adapun mutu bahan material banguna gedung ini adalah.

Mutu Bahan	Nilai
1. Modulus Elastisitas Baja, E	$= 2 \times 10^6 \text{ Kg/cm}$
2. Mutu Baja, f_y	$= 210 \text{ Mpa}$
f_u	$= 310 \text{ Mpa}$
3. Modulus Geser, G	$= 80.000 \text{ Mpa}$
4. Rasio Poisons, μ	$= 0,3$
5. Koef Pemuaiian, α	$= 12 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{c}$
6. Modulus Elastisitas Beton E	$= 234500 \text{ Kg/cm}^2$

3.1. Dokumen Gambar Konstruksi



3.2. Foto – Foto Kondisi Eksisting

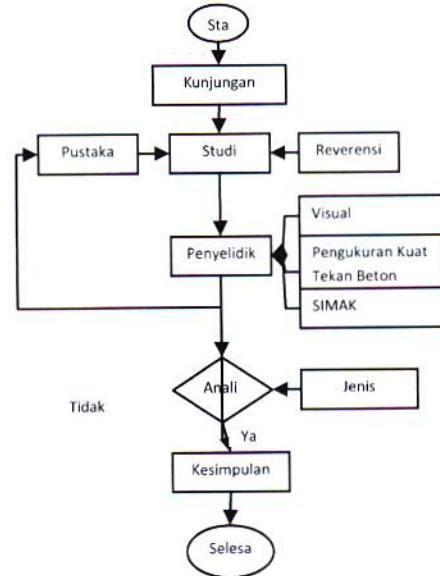
Foto – Foto	Catatan
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pada penutup atap mengalami kerusakan pasca terbakar. 2. Kerusakan juga terjadi pada struktur Trekstang sudah terputus. Dan ini bisa menimbulkan potensi kegagalan struktur
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Konstrksi Pedestal pondasi mengalami keretakan antara 0,2 mm – 0,10 mm
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Konstrksi Pedestal pondasi mengalami kerusakan bagian dalam.
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Struktur Kolom pasca terakar mengalami kerusakan
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kolom tidak lurus, mengalami kondisi tekuk dan deformasi permanen pasca terbakar 2. Plat dudukan sambungan mengalami deflection dan penurunan.

	<p>1. Kondisi struktur kolom dan struktur atap pada sambungan mengalami kerusakan parah dan sudah melewati leleh bahkan ultimate pada bagian tertentu pasca bakar.</p>
	<p>1. Kolom mengalami kemiringan pasca bakar dan fungsi talang sudah tidak bisa berfungsi.</p>
	<p>1. Konstruksi bangunan sudah tidak monolit sebagai kesatuan sistem struktur. 2. Tembok mengalami keretakan besar pasca terbakar.</p>

menjadi bahan kesimpulan untuk menentukan kelayakan dari penyelidikan kasus ini.

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat dari bagan alir penelitian ini dan alur pikir penelitian.

4.1. Prosedur Pemeriksaan



Gambar 5 : Bagan Alir Penelitian

4. METODELOGI PENELITIAN

Metodelogi penelitian ini dengan tujuan adalah untuk mengetahui kelayakan suatu bangunan gudang dari PT. Gracia pasca terbakar. Penelitian ini dilakukan pada gedung yang tidak abruk. Tetapi diduga struktur gedung tersebut mengalami kerusakan komponen struktur. Adapun konsep pemikiran dari metode penyelidikan ini adalah sebagai berikut :

1. Penyelidikan terhadap struktur baja. Penyelidikan ini dimaksudkan agar mengetahui kondisi visual dari struktur tersebut.
2. Penyelidikan terhadap kuat tekan beton pada pedestal pondasi.

Penilaian kelayakan suatu bangunan ini dengan hasil dari 3 (tiga) variabel pengukuran yaitu :

1. Penilaian dari penggunaan daftar SIMAK.
2. Pengukuran dari struktur dilihat dari perubahan posisi (*Displacement*) struktur rangka baja.
3. Hasil dari hammer test

Dari ketiga variabel tersebut, selanjutnya dianalisis dengan acuan pendekatan literatur. Acuan pendekatan literatur ini yang nantinya

Untuk mempermudah proses pelaksanaan pemeriksaan bangunan, format pemeriksaan disusun dalam bentuk daftar simak. Daftar simak tersebut dibedakan untuk tiap komponen dan elemen bangunan gedung dengan membuat daftar kerusakan yang spesifik.

Dalam setiap daftar simak, terdapat isian yang menunjukkan lokasi pemeriksaan, informasi tentang bangunan gedung, jenis dan sistem yang digunakan, serta tingkat kerusakan yang terjadi berdasarkan pengamatan visual.

Selanjutnya, daftar simak yang telah diisi dikompilasi dan disusun serta dikelompokkan untuk dapat dievaluasi dan disimpulkan tingkat kerusakan dan kondisi bangunan gedung.

Dalam pemeriksaan ini, metode yang digunakan adalah metode SIMAK, metode ini mengacu kepada metode pemeriksaan gedung yang aturannya ini dikeluarkan oleh pemerintah melalui Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 16/PRT/M/2010 Tentang Pedoman Teknis Pemeriksaan Berkala Bangunan Gedung dan sebagai acuannya adalah pada lembar lampiran.

Untuk memdahkan dalam penilaian pemeriksaan terhadap bangunan tersebut, maka kami membuat daftar SIMAK yang terdiri dari

beberapa komponen penilaian. Adalah sebagai berikut :

1. Daftar Simak Pemeriksaan Kerusakan (Lampiran)
2. Kerusakan Bagian Luar (Lampiran)
3. Kerusakan Bagian Dalam (Lampiran)

4.2. Arsitektural Bangunan Gudang

Pemeriksaan dilakukan dengan pengamatan visual. Pengamatan visual ini tujuannya adalah untuk mengetahui perubahan pada tampilan arsitektural. Adapun komponen eksterior dan interior bangunan adalah :

- a. Penutup atap. Dalam penilaian secara visual yang menjadi acuan adalah :

No	Kerusakan	Parameter Kerusakan
1	Retak	Bagian Penutup atap rusak biasanya dikarenakan oleh tekanan angin atau beban berat diatasnya atau akibat muai susut
2	Pecah	Bagian penutup atap pecah biasanya terkena kejatuhan benda keras.
3	Rembes	Bagian atap yang porous akibat permukaan atap yang kepadatan bahannya tidak merata atau akibat retakan yang terjadi.
4	Bocor	Bagian atap yang berlubang akibat atap kejatuhan benda keras.
5	Hilang	Bagian elemen penutup atap yang hilang karena jatuh atau tertiuip angin.
6	Korosi	Penutup atap yang terbuat dari bahan metal (bukan anti karat) berkarat dan rapuh, sehingga menyebabkan kemungkinan atap bocor.
7	Berlumut	Penutup atap ditumbuhi lumut/jamur sehingga menyebabkan permukaan atap licin dan kotor.
8	Paku Lepas	Paku penutup atap lepas karena longgar atau korosi
9	Flasing Rusak	Lajur penutup atap di sepanjang perbatasan dinding-atap rapuh, korosi, sehingga retak-retak, pecah, berlubang atau lepas, sehingga air tidak mengalir mengikuti kemiringan penutup atap, melainkan mengalir melalui dinding bangunan.
10	Dilatasi Rusak	Penutup pemisah struktur bangunan korosi, retak, berlubang atau lepas, sehingga air mengalir melalui celah dilatasi.

- b. Dinding Luar

No	Kerusakan	Parameter Kerusakan
1	Melengkug/C embung	Permukaan dinding melembung karena adanya desakan dari sisi dalam/luar bangunan atau karena pengerjaan dinding/pelesteran yang kurang rapi.
2	Retak Rambut	Permukaan dinding terdapat retak-retak yang diakibatkan oleh muai susut lapisan plesteran dan/atau acian.
3	Retak	Permukaan dinding terdapat retak-retak yang diakibatkan oleh muai susut lapisan plesteran dan/atau acian dan/atau akibat getaran yang diakibatkan oleh lalu lintas kendaraan dan/atau gempa bumi dan atau terbakar.
4	Celah	Permukaan dinding terdapat retak-retak yang diakibatkan getaran yang diakibatkan oleh lalu lintas kendaraan dan/atau gempa bumi dan/atau adanya deformasi struktural (pada Pondasi, sloof atau balok)
5	Turun	Beberapa bagian dinding mengalami penurunan akibat adanya deformasi pada komponen struktural di bawahnya.

4.3. Struktural Bangunan Gudang

Pengamatan visual dilakukan terhadap bagian dari bangunan gedung atau bangunan gedung secara keseluruhan dengan menggunakan daftar simak.

Pemeriksaan Konstuksi Bangunan dilakukan untuk memeriksa konstruksi bangunan pada posisi struktur baja ada perubahan bentuk dengan menggunakan peralatan seperti meteran dan waterpas. setelah terjadinya kebakaran.

Selanjutnya pemeriksaan mengenai mutu dan kualitas material beton pada pondasi dan pedestal dengan menggunakan alat hummer test. Penggunaan alat ini dimaksudkan untuk mengetahui kuat tekan beton di pedestal pondasi pasca kebakaran.

Berikut ini adalah daftar SIMAK kerusakan pada komponen struktur bangunan gudang adalah :

1. Pondasi

No	Kerusakan	Parameter Kerusakan
1	Deformasi	Pemadatan tanah di bawah Pondasi akan menyebabkan penurunan tanah yang tidak merata dan dapat berakibat terjadinya deformasi pada Pondasi (Pondasi turun). Menurut Fundasion Design, penurunan pondasi untuk bangunan gudang = 5,08 cm
2	Retak	Akibat penurunan tanah yang tidak merata dapat menimbulkan retaknya Pondasi, tapi keretakan dapat pula disebabkan akibat mutu bahan yang digunakan tidak memenuhi persyaratan.
3	Rapuh	Jika mutu bahan yang digunakan tidak sesuai persyaratan maka Pondasi akan menjadi rapuh.

2. Dinding Geser

No	Kerusakan	Parameter Kerusakan
1	Melendung/cebung	Permukaan dinding melembung karena pemasangan cetakan yang kurang rapi.
2	Retak Rambut	Permukaan dinding terdapat retak-retak yang diakibatkan oleh muai susut beton dan atau terbakar.
3	Retak	Permukaan dinding terdapat retak-retak yang diakibatkan oleh muai susut lapisan plesteran dan/atau acian dan/atau akibat getaran yang diakibatkan oleh lalu lintas kendaraan dan/atau gempa bumi dan atau terbakar.
4	Celah	Permukaan dinding terdapat retak-retak yang diakibatkan getaran yang diakibatkan oleh lalu lintas kendaraan dan/atau gempa bumi dan/atau adanya deformasi struktural (pada Pondasi, sloof atau balok)
5	Turun	Beberapa bagian dinding mengalami penurunan akibat adanya deformasi pada komponen struktural di bawahnya.

3. Kolom

No	Kerusakan	Parameter Kerusakan
----	-----------	---------------------

1	Melengkung	Disebabkan pemasangan kegagalan struktur dan atau melawati batas leleh.
2	Putus	Akibat adanya deformasi dan sudah melawati batas ultimate.
	Sambungan Lepas	Pelaksanaan pekerjaan yang kurang baik dapat menyebabkan keteledoran dalam pekerjaan sambungan, terutama yang menggunakan sambungan baut.

4. Rangka Atap

No	Kerusakan	Parameter Kerusakan
1	Melengkung	Dimensi yang kurang memadai dapat menyebabkan atap melengkung, karena tidak cukup kaku untuk menahan beban di atasnya.
2	Putus	Akibat adanya deformasi dan sudah melawati batas ultimate. Sambungan antar struktur terputus.
3	Bocor	Jika permukaan atap melengkung, maka aliran air menjadi terhambat dan memungkinkan terjadinya kebocoran melalui atap.
4	Korosi/Rapuh	Pada penggunaan baja, korosi dapat terjadi akibat pengecatan anti karat yang kurang sempurna atau akibat adanya kebocoran. Kebocoran juga dapat menyebabkan lapuknya konstruksi atap yang menggunakan kayu, di samping kemungkinan termakan rayap.
5	Sambungan Lepas	Pelaksanaan pekerjaan yang kurang baik dapat menyebabkan keteledoran dalam pekerjaan sambungan, terutama yang menggunakan sambungan baut.

4.4. ANALISA KERUSAKAN

Analisa yang digunakan untuk menentukan tingkat kerusakan pada obyek penelitian adalah sebagai berikut :

1. Analisa Kuat Tekan Beton

- Beton dengan $f'c$ kurang dari 10 MPa, digunakan untuk beton non struktur.
- Beton dengan $f'c = 10$ MPa ke atas dan kurang dari 20 MPa biasanya digunakan untuk beton struktur.
- Khusus struktur bangunan tahan gempa dipakai mutu beton $f'c$ minimal 20 MPa.

Adapun struktur bangunan gundang ini adalah beton bertulang, maka parameter nilai kuat tekan beton untuk pondasi dan pedestal menggunakan standar minimal K. 175 Kg/cm²

Berdasarkan SNI 03-2847-2002, beton harus dirancang sedemikian hingga menghasilkan kuat tekan sesuai dengan aturan-aturan dalam tata cara tersebut dan tidak boleh kurang daripada 17,5 Mpa.

5. ANALISA

5.1. Kerusakan Komponen Arsitektural

No	Jenis Komponen	Kerusakan Yang Terjadi
1	Penutup Atap	<ol style="list-style-type: none"> Kerusakan pada pengaku struktur atap pada trekstang. Kerusakan ini diakibatkan oleh tegangan tarik yang sudah melewati batas ultimate. Beban yang bekerja sudah melampaui batas tegangan putus baja akibat dari proses panas dan beban yang bekerja tidak seimbang. Dimana struktur saling terkait dengan bangunan yang sudah runtuh akibat terbakar.
2	Dinding Luar	<ol style="list-style-type: none"> Pada dinding bangunan mengalami keretakan besar, ini diakibatkan suhu panas akibat terbakar. Sebagian tembok pemisah antara gudang mengalami keruntuhan akibat kebakaran.

5.2. Kerusakan Komponen Struktural

No	Jenis Struktur	Kerusakan Yang Terjadi
1	Pondasi	<ol style="list-style-type: none"> Mengalami kerusakan dan deformasi Mengalami keretakan besar anarata 0,2mm - 0,10 mm pada kolom K 9A.
2	Dinding Geser	<ol style="list-style-type: none"> Dinding mengalami keretakan besar dan tidak monolit sebagai struktur bangunan terhadap kolom baja.
3	Kolom	<ol style="list-style-type: none"> Pada struktur kolom mengalam kerusakan. Ini dilihat dari bentuk yang sudah tidak presisi dan sebagai mana fungsi

		<ol style="list-style-type: none"> struktur kolom. Dan kolom sudah tidak lurus. Salah satu syarat kekuatan material baja itu dalam kolom masih dalam keadaan presisi dan lurus
	Rangka Atap	<ol style="list-style-type: none"> Struktur Atap baja pada sambungan antara kolom dan atap mengalami dislokasi dan deformasi permanen. Struktur atap pada trekstang sudah mengalami kondisi untumate, ini ditandai dengan putusnya kabel baja sebagai struktur pengaku dan penyeimbang atap dan penunjang pada struktur atap baja.

5.3. Hasil Pengujian Hammer Test

Dari pemeriksaan dengan menggunakan alat hummer test, maka kami menggunakan 10 sampel pada pedestal kolom. Adapun hasil dari pengujian dengan menggunakan alat schmidt hummer test adalah sebagai berikut.

Sumber : (Hasil pengujian schmidt hummer test dan analisa, laboratorium fak teknik, 2014).

Dari hasil pengujian hummer test, maka 7 (tujuh) dari 10 (sepuluh) sampel pedestal pondasi untuk mendukung kolom struktur baja mengalami kerusakan, keretakan dan deformasi.

Pedestal kolom mengalami penurunan kinerja untuk melayani beban dari kolom struktur baja. Kualitas beton yang syaratkan untuk mutu beton K 175, sedangkan ada 7 (tujuh) pedestal pondasi dengan nilai kuat tekan dibawah mutu beton K 175.

No	Titik Pengujian Pada Kolom	Rata - Rata Pembacaan schmidt hummer test	Kuat Tekan (Kg/Cm ²)	Keterangan
1	Kolom 1 A	35,54	335,8	Struktur Masih Baik/ Layak
2	Kolom 2 A	27,10	181,5	Ada Kemiringan pada struktur kolom baja
	Kolom 3 A	23,33	124,0	Pedestal mengalami keretakan
	Kolom 4 A	29,33	216,7	Pedestal mengalami

				keretakan
	Kolom 5 A	29,18	213,5	Tidak ada keretakan
	Kolom 6 A	21,39	100,9	Kolom Retak dan Tidak layak
	Kolom 7 A	21,64	104,6	Tidak Layak
	Kolom 8 A	19,88	70,4	Pedestal retak besar dan Tidak layak
	Kolom 9A	19,32	-	Retak Parah, Tidak mempunyai daya struktur dukung dan tidak layak
	Kolom 10 A	21,31	99,6	Retak parah

6. KESIMPULAN

1. Maka dari hasil Hummer Test menunjukkan dari beberapa sampel penyelidikan bahwa terjadi degradasi kekuatan beton dan suhu panas beton yang tidak merata pada semua tempat menyebabkan ketidak seragaman kekuatan sisa beton pada pedestal pondasi setempat pasca terbakar.
2. Dari hasil pengamatan visual menunjukkan bahawa kebakaran menyebabkan terjadi keretakan pada pada pedestal pondasi. Retaknya 0,2 mm – 0,10 mm, dan ini dibuktikan dengan hasil hummer test pada kolom pedestal, kuat tekannya dibawah K 175. Artinya pondasi pedestal sebagai penyangga kolom struktur baja sudah tidak layak memikul beban.
3. Kondisi visual dari struktur rangka baja mengalami masalah tekuk akibat dari peningkatan temperatur (terbakar) sehingga kolom mengalami deformasi permanen. Artinya material baja tersebut telah melewati kondisi leleh akibat temperatur dan beban yang terjadi secara bersamaan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Analisis Kekuatan Balok pada Gedung mall Makasar Pasca Kebakaran, Suban, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas hasanudin Makasar)
2. Analisis Kerusakan struktur Bangunan Gedung BAPPEDA Wonogiri, Hendry Hartono, Dinamika Teknik Sipil, Tahun 2007.
3. Analisis Pengaruh Peningkatan Temperatur (Pasca Bakar) Terhadap Kuat tekan Beton Normal, Ridho Saleh Silaban.
4. Audit Konstruksi bangunan, Arpri Heri Iswanto, Departemen Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatra Utara Tahun 2008.
5. Gedung pasca Bakar, Estimasi Kekuatan Sisa dan Teknologi Pernaikannya, Abdun Rochman,
6. Ketahanan Material Baja Sebagai struktur Bangunan Terhadap Kebakaran, Sri Utami, Jurusan Sipil, fakultas Teknik, Universitas Andalas, Tahun 2008.
7. Penelitian Tentang Masa Layanan Bangunan Sipil Pada Struktur Chimney PLTU Paiton, Siti Nirlina dkk, Tahun 2013.
8. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 16/PRT/M/2010 Tentang Pedoman Teknis Pemeriksaan Berkala Bangunan Gedung, lapiran.
9. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No 24/PRT/M/2008, tentang Kerusakan Bangunan Gedung.
10. Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk bangunan Gedung, SNI. 03 – 1729 – 2002.

