

ANALISIS PERKUATAN KOLOM PASCA KEBAKARAN PADA GEDUNG DPRD KALIMANTAN TIMUR

Aco Wahyudi Efendi ^{1*}

1) Universitas Tridharma Balikpapan (email : aw.efendi2018@gmail.com)

Info Artikel

Riwayat Artikel:

Dikirim :04-02-2022

Direvisi :14-07-2022

Diterima :14-07-2022

Keywords :

Audit Forensik,

Non Destructive Test,

Beton,

Kebakaran

ABSTRAK

Dalam rangka memenuhi kebutuhan tersebut maka perlu dilakukan Investigasi dan Assesment pada gedung D Komplek Kantor DPRD Provinsi Kalimantan Timur yang bertujuan agar aktivitas yang terjadi dapat berjalan dengan baik. Adapun Investigasi dan Assesment ini merupakan salah satu upaya owner untuk dapat menunjang pencapaian sasaran. Dapat diketahui tingkat keamanan dan stabilitas bangunan gedung serta langkah-langkah yang perlu diambil untuk pemeliharaan dan memperbaiki/memperkuat strukturnya bila dianggap perlu. Dari hasil analisis struktur dengan konsep kapasitas layan Gedung dan menggunakan hasil investigasi metode NDT menggunakan $f'c$ 20 MPa dan hasil jumlah kebutuhan tulangan pada tiap struktur secara garis besar Gedung DPRD masih dalam kondisi layak guna, namun pada segmen ruangan yang telah mengalami kebakaran pada lantai satu dilakukan analisis khusus dengan melakukan pengurangan mutu beton dan baja pasca terinteraksi dengan suhu besar sesuai dengan beberapa penelitian dan jurnal melakukan penurunan mutu hingga 40-50% dimana $f'c$ dimasukkan menjadi $f'c$ 10 MPa dan tegangan leleh minimum dan minimum pada baja tulangan ruangan tersebut diturunkan menjadi 50% f_y 120 MPa dan f_u 195 MPa.

1. PENDAHULUAN

Dalam usaha memenuhi kebutuhan infrastruktur gedung menjadi yang lebih baik, maka keamanan dan kenyamanan pengunjung menjadi prioritas utama, khususnya keselamatan pengguna gedung terhadap bahaya keruntuhan gedung. Peningkatan mutu pelayanan dari infrastruktur dilakukan dengan mengganti infrastruktur yang telah menurun mutu pelayanannya dengan infrastruktur yang baru atau meningkatkan kemampuan infrastruktur yang sudah menurun akibat adanya kerusakan-kerusakan yang terjadi selama penggunaan infrastruktur tersebut tanpa membongkar infrastruktur yang ada, untuk itu

diperlukan penelitian dan analisis agar dapat memastikan tingkat keamanan dan stabilitas struktur bangunan.

1.1 Manfaat

Manfaat dari Investigasi dan Assesment Gedung D Kantor DPRD yaitu dapat diketahui tingkat keamanan dan stabilitas bangunan gedung serta langkah-langkah yang perlu diambil untuk pemeliharaan dan memperbaiki/ memperkuat strukturnya bila dianggap perlu.

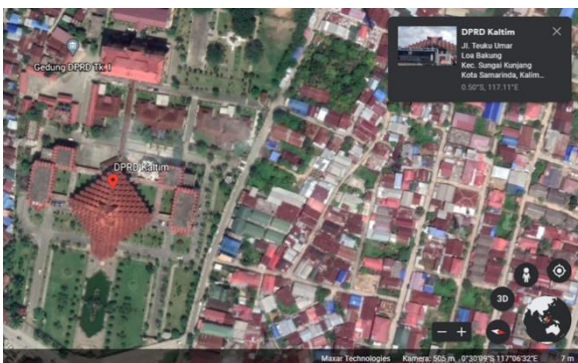
2. METODE PENELITIAN

Secara garis besar, ruang lingkup tahapan penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Mengumpulkan data-data yang diperlukan dalam pekerjaan ini, seperti : gambar *As Build Drawing* (arsitektur dan struktur) dan survey beban.
2. Melakukan penelitian terhadap mutu dan integritas struktur beton, dengan melakukan pengujian *Ultrasonic Pulse Velocity* pada beberapa bagian beton secara acak, baik pada beton yang menunjukkan adanya indikasi degradasi mutu, maupun yang kondisinya masih baik, untuk memastikan mutunya.
3. Berdasarkan hasil pengujian dan melakukan analisis hasil pengujian dan melakukan analisis struktur bangunan dengan memperhitungkan pengaruh beban-beban yang bekerja pada kondisi mutu material.
4. Melakukan analisis kekuatan bangunan berdasarkan hasil data (1) dan hasil analisis struktur (3).
5. Selanjutnya memberikan rekomendasi tentang kondisi aktual keamanan dan stabilitas struktur bangunan, serta cara perbaikan dan/atau perkuatan yang efisien dan tepat guna, bila dianggap perlu (Efendi, 2020).

2.1 Lokasi Penelitian

Lokasi Investigasi dan Assesment Gedung D Kantor DPRD yang berposisi di JL. Teuku Umar Loa Bakung Kecamatan Sungai Kunjang, Kota Samarinda, dengan titik koordinat 0° 30' 08" S ; 117° 06' 30" E.



Gambar 1. Lokasi Investigasi dan Assesment Gedung (Sumber : Google Earth)

2.2 Pedoman dan Tujuan Pemeriksaan Bangunan Gedung

Pemeriksaan Bangunan Gedung adalah kegiatan pemeriksaan keandalan seluruh atau sebagian bangunan gedung, komponen, bahan bangunan, dan/atau prasarana dan sarananya dalam tenggang waktu tertentu guna menyatakan kelaikan fungsi bangunan gedung. Metode yang digunakan dalam melakukan pemeriksaan bangunan Gedung D Kantor DPRD yaitu dengan menggunakan metode pemeriksaan tanpa merusak (Non Destructive Test/NDT)

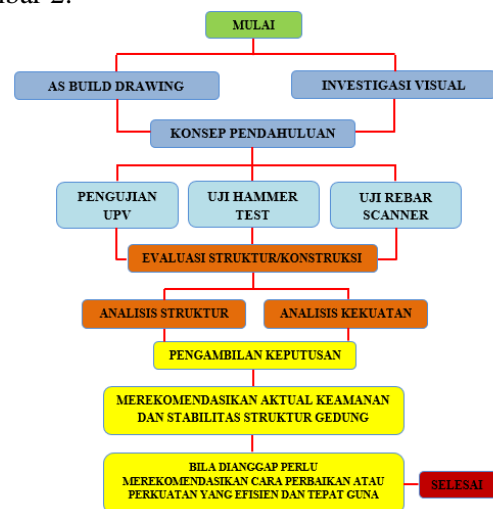
2.3 Non Destructive Test (NDT)

Non-destructive Test atau uji tak merusak adalah teknik pengujian material tanpa merusak benda uji. Pengujian ini dilakukan untuk menjamin bahwa material yang kita gunakan masih aman dan belum melewati batas toleransi kerusakan. Metode NDT lebih praktis dibanding DT disamping karena NDT tidak merusak benda uji, juga karena bisa dilakukan langsung dilapangan tanpa harus membawa benda uji ke labor.

Salah satu dasar pertimbangan para ahli dalam mengembangkan NDT adalah karena kompleksnya kerusakan yang mungkin terjadi pada suatu struktur yang tidak mungkin atau akan sangat sulit dilakukan dengan metode DT (Destructive Test) yang memiliki resiko tinggi seperti merusak material yang dapat mempengaruhi struktur lainnya (Khoeri, 2016).

2.4 Bagan Alir Assesmen

Metode pelaksanaan pekerjaan disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Bagan Alir Metode Pelaksanaan

2.5 Metode Assesmen

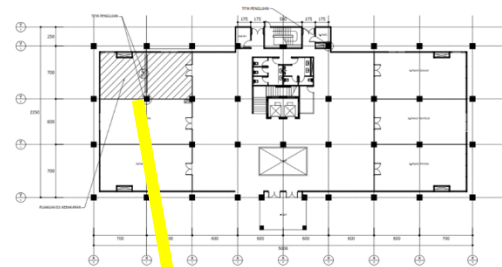
Tahapan pelaksanaan yang dilakukan dalam evaluasi ini berupa pengujian lapangan, analisis struktur dan analisis kekuatan. Adapun tahapan kegiatan yang dilakukan adalah sebagai berikut (Efendi, 2020):

1. Pengamatan secara visual (Visual Check), baik dengan mata telanjang maupun dengan bantuan kamera dan pemeriksaan kerusakannya, khususnya retak-retak. Investigasi cacat struktur yang lain seperti keropos, berlubang, mengelupas dan sebagainya.
3. Kegiatan ini dilakukan terutama terhadap komponen yang berfungsi memikul beban-beban, baik beban vertikal maupun beban horizontal. Hasil dari kegiatan ini berupa penggambaran pola-pola keretakan pada elemen struktur "Crack Pattern".
2. Pemeriksaan (review) pada gambar-gambar yang ada, yaitu berupa "as build drawing" (gambar realisasi pelaksanaan). Review ini dimaksudkan untuk mendapatkan dimensi struktur beton bertulang yang terpasang dilapangan, termasuk dimensi tulangnya. Disamping itu untuk mendapatkan informasi kuat tekan betonnya dan kuat tarik tulangnya. Hasil yang didapat digunakan sebagai pembanding dengan kondisi eksisting lapangan dan sebagai bahan masukan/input dalam evaluasi struktur.
3. Pengujian mutu bahan dengan cara non destructive test (uji tanpa merusak). Untuk pengujian beton digunakan alat Schmidt Rebound Hammer dan Ultrasonic Pulse Velocity (UPV). Pengujian jumlah dan diameter baja tulangan terpasang dengan menggunakan alat Rebar Scanner. Pengukuran lebar retak struktur beton.
4. Pengukuran geometri struktur bangunan dengan menggunakan alat Meteran. Kegiatan ini berupa pengamatan atas dimensi struktur beton bertulang yang terpasang dilapangan. Kondisi ini dilakukan jika gambar as build drawing kurang lengkap atau tidak jelas, maka untuk mendapatkan informasi yang akurat tentang kondisi eksisting struktur,

dilakukan pengukuran langsung dilapangan.

5. Analisis struktur dalam rangka evaluasi kelayakan struktur yang didasarkan pada ukuran dan kondisi eksisting yang ada, untuk mendapatkan gaya-gaya dalam akibat berbagai kombinasi pembebanan. Alat yang digunakan adalah komputer yang telah dilengkapi dengan software analisis struktur dalam bentuk program SANSPRO V5.20. Pada tahap kegiatan ini dilakukan analisis struktur dengan mengacu pada gambar-gambar as build drawing dan hasil data pengujian geometri dilapangan.
6. Berdasarkan hasil analisis struktur dan review gambar, dilakukan kontrol kekuatan elemen kolom, balok, dan plat lantai yang berfungsi sebagai rangka pemikul beban-beban yang bekerja.
7. Rekomendasi penanganan agar bangunan secara struktural bisa berfungsi dan bisa diteruskan penggunaannya, bila dianggap perlu.

Adapun area yang dilakukan assessment adalah sesuai pada gambar 3 dimana daerah terarsir adalah daerah yang mengalami kebakaran local pada ruang tersebut. (Efendi, 2020)

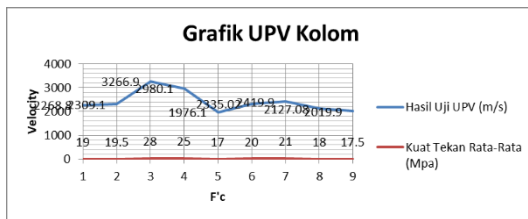


Gambar 3. Denah Lantai 1 Lokasi Titik Pengujian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

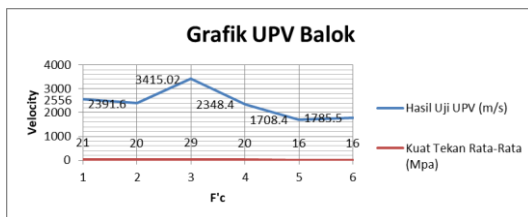
3.1 Hasil Pengujian NDT

Pengujian identifikasi kuat tekan beton dengan Ultrasonic Pulse Velocity Test dilakukan dengan mengukur kecepatan gelombang ultrasonik di dalam beton yang dihitung dengan rumus: $V=L/T$ dimana L adalah jarak antara transmitter dan receiver dan T adalah waktu yang ditempuh oleh gelombang di dalam beton.



Gambar 4. Grafik hasil UPV pada kolom

Pada grafik hasil UPV pada struktur kolom Gedung DPRD Provinsi Kalimantan Timur terlihat rata-rata hasil laju rambat velocity dominan di nilai 2411,4 m/s dengan nilai terendah adalah 1976,1 m/s dan maksimum mendapatkan nilai 3266,9 m/s jika dikorelasikan terhadap kuat tekan sesuai grafik Gambar 1.2 yaitu grafik hubungan empirik antara velocity hasil UPVT dengan kuat tekan beton hasil uji tekan (crushing) di dapatkan secara global terindikasi bernilai setara $f'c$ 20,6 MPa.



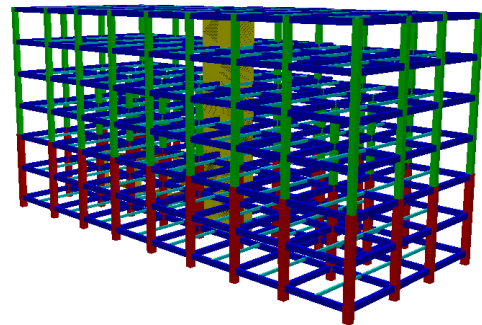
Gambar 5. Grafik hasil UPV pada balok

Pada grafik hasil UPV pada struktur balok Gedung DPRD Provinsi Kalimantan Timur terlihat rata-rata hasil laju rambat velocity di nilai 2367,5 m/s dengan nilai terendah adalah 1708,4 m/s dan maksimum mendapatkan nilai 3415,02 m/s jika dikorelasikan terhadap kuat tekan sesuai grafik Gambar 1.2 yaitu grafik hubungan empirik antara velocity hasil UPVT dengan kuat tekan beton hasil uji tekan (crushing) di

dapatkan secara global terindikasi bernilai setara $f'c$ 20,3 MPa.

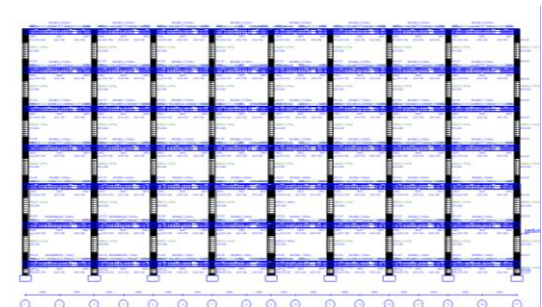
Tabel 1. Nilai Rata Rata UPV Kolom dan Balok

Lokasi	Rata-Rata Keseluruhan	
	Hasil Uji UPV (m/s)	Kuat Tekan Rata-rata (Mpa)
KOLOM	2411,4	20,6
BALOK	2367,5	20,3



Gambar 6. Permodelan struktur gedung dengan SANSIRO V.5.20

Berdasarkan hasil review dimensi, diperoleh desain rasio maksimum pada kolom 1,905 berwarna biru masih didalam ambang batas aman batas persyaratan kekuatan yaitu 6% berwarna merah.



Gambar 7. Hasil analisis dan kebutuhan tulangan

3.2 Peninjauan Pada Ruang Yang Mengalami Kebakaran

Pada struktur ini dilakukan analisis terhadap dampak akibat kebakaran dengan cara melakukan penurunan kapasitas terhadap kondisi struktur material dan baja pada kolom dan balok, analisis ini dilakukan mengikuti parameter hasil penelitian.

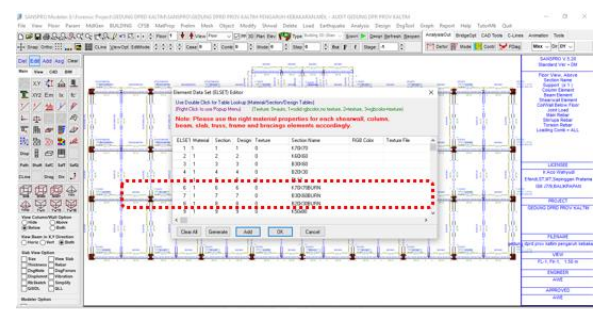
Penelitian terdahulu menunjukkan terjadi perubahan kekuatan tarik, kekuatan yield baja tulangan berulir setelah mengalami proses perlakuan pemanasan fasa ganda baik ditinjau dari diameter baja tulangan berulir maupun temperature fasa ganda. Penurunan kekuatan tarik ultimate sebesar 15,182% dari 644,499 MPa menjadi 546,655 MPa, sedangkan pada kekuatan yield mengalami penurunan sebesar 8,791% dari 469,440 MPa menjadi 428,173. Sehingga dapat disimpulkan untuk baja tulangan berulir tidak perlu dilakukan pemanasan fasa ganda karena sudah mempunyai kekuatan yield dan kekuatan ultimate yang tinggi, mengalami perubahan elongasi, terjadi peningkatan kemampuan elongasi setelah mengalami proses perlakuan panas fasa ganda. Peningkatan elongasi sebesar 51,17% terjadi pada temperature fasa ganda 700°C dan diameter 6 mm. (Suyono, Subagiyo, & Sarjiyana, 2016).

Setelah proses tempering dengan variasi suhu telah merubah kekerasannya. Kekerasan baja setelah pemanasan menurun ketika suhu tempering dinaikkan. Perubahan suhu tempering juga mempengaruhi nilai kekuatan tarik. Pada suhu 100°C kekuatan tarik maksimumnya 2014,8 Mpa, dan pada suhu 200°C, 300°C, dan 400°C masing-masing kekuatan tarik maksimumnya adalah 1671,1 Mpa, 1444,6 MPa dan 1023,3 MPa. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai kekerasan, kekuatan tarik dan struktur mikro dipengaruhi oleh suhu tempering. Ketika suhu tempering dinaikkan kekerasan dan kekuatan tariknya akan menurun (Haryadi, 2006).

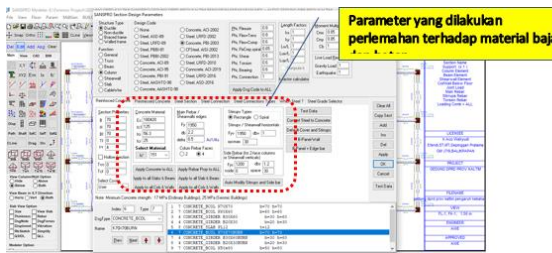
Terjadi perubahan kekuatan tarik, kekuatan yield baja tulangan polos setelah mengalami proses perlakuan pemanasan fasa ganda baik ditinjau terhadap diameter baja tulangan polos maupun temperature fasa ganda. Kenaikan kekuatan tarik tertinggi mencapai 855,093 MPa dengan kenaikan perubahan sebesar 44,69%, kenaikan yield tertinggi mencapai 672,751 MPa dengan kenaikan perubahan sebesar 61,67% dibandingkan sebelum mengalami perlakuan fasa ganda kekuatan tarik (ultimate) sebesar 595.732 MPa dan kekuatan yield sebesar 415.615 MPa (Nugroho, 2014).

Pemanasan yang dialami beton akibat terbakar akan mengakibatkan perubahan mendasar dari sifat-sifat beton. Atas dasar hal tersebut, maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui gambaran kuat tekan setelah terbakar dan model hubungan antara temperatur dan kuat tekan beton. Benda uji yang digunakan berbentuk kubus ukuran 15cm x 15cm x 15cm. Pemanasan dilakukan dalam oven pada temperatur 200°C - 600°C dengan interval kenaikan 50°C. Analisis data dilakukan dengan analisis statistik deskriptif dan analisis regresi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kuat tekan beton rata-rata menurun dengan adanya kenaikan temperatur. Beton yang telah dipanasi pada temperatur 200°C, 400°C dan 600°C, kuat tekan rata-ratanya berturut-turut sebesar 85,83%, 58,40% dan 35,08% dari beton normal. Model regresi yang dihasilkan jika berbentuk regresi linier persamaannya adalah $y = -0,2802x + 248,79$ dengan nilai $R^2 = 0,8539$. Sedangkan model regresi berbentuk regresi polinomial derajat 2 persamaannya adalah $y = 10-4x^2 - 0,3402x + 255,65$ dengan nilai $R^2 = 0,8576$. (Ahmad, Taufieq, & Aras, 2009).

Dari hasil penelitian diatas hampir rata-rata menghasilkan sebuah kesimpulan bahwa pasca kebakaran maka struktur akan mengalami perubahan kualitas kekuatan dari kekuatan semula, dari hasil di atas dilakukan pengurangan kapasitas kemampuan terhadap struktur kolom dan balok pada struktur yang kami tinjau sebesar 50%. Dengan melakukan pemberian kode khusus pada struktur ruangan yang mengalami kebakaran dengan penambahan inisial nomenklatur "Burn".

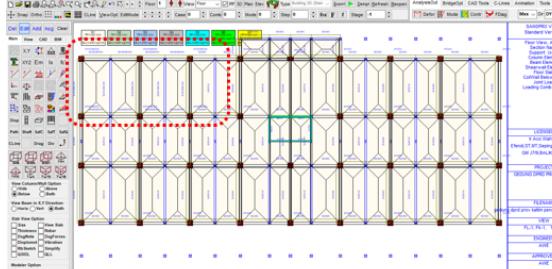


Gambar 8. Hasil analisis dan kebutuhan tulangan

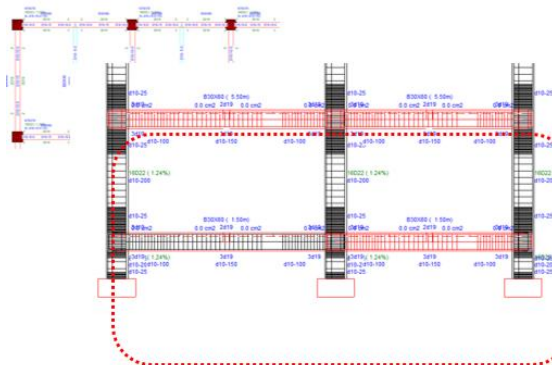


Gambar 9. Parameter yang diidentifikasi untuk perlemahan material baja tulangan

Terjadi perubahan signifikan terhadap struktur yang mengalami kebakaran, ini terlihat dari adanya penambahan jumlah tulangan dari kondisi normal, seperti tertera pada gambar dibawah ini :

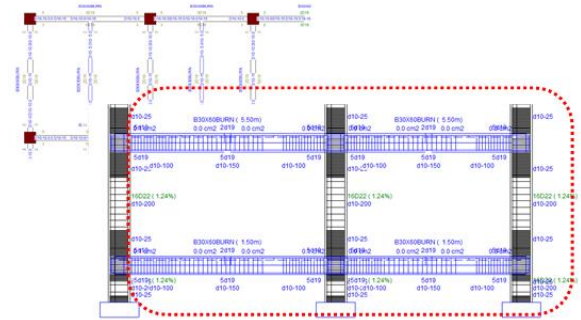


Gambar 10. Ruang yang terjadi kebakaran



Gambar 11. Kebutuhan Tulangan Sebelum Kebakaran.

Dari data diatas kebutuhan pada tiap segmen ruang pada kondisi existing sebelum kebakaran pada struktur balok hanya memerlukan 3D19 pada tulangan utama atas dan 3D19 pada tulangan utama bawah, pada struktur kolom memerlukan 16D22, dengan rasio tulangan adalah 1,24%.



Gambar 12. Kebutuhan Tulangan Pasca Kebakaran

Struktur pasca kebakaran mengalami perlemahan yang signifikan pada stuktur baloknya ini terlihat kebutuhan tulangan bertambah menjadi , pada strukur balok hanya memerlukan 5D19 pada tulangan utama atas dan 5D19 pada tulangan utama bawah, pada struktur kolom cenderung tetap pada kondisi semula memerlukan 16D22 dengan rasio tulangan adalah 1,24%

Karena terjadi perubahan besar terhadap kemampuan Kolom pasca kebakaran maka yang dianalisis diperlukan perkuatan adalah Kolom. Untuk analisis Kolom menyesuaikan kebutuhan perkuatan terhadap Kolom, jadi diasumsikan opsi pertama adalah 100% leleh dan 50% leleh.

Tabel 2. Kebutuhan Luas Tulangan Pasca Kebakaran

Tinjauan	Sebelum Kebakaran		Pasca Kebakaran		
	Jumlah	Dia.	Jumlah	Dia.	
Kolom	3	19	5	19	
Kolom	16	22	16	22	
		Luas Tulangan		Luas Tulangan	
Kolom	851		1418		
Kolom	6085		6085		
Deviasi Kebutuhan					
Kolom	567.2857143		19	2	
Kolom	0		22	0	

4. KESIMPULAN

Dari hasil analisis struktur dengan konsep kapasitas layan Gedung dan menggunakan hasil investigasi metode NDT menggunakan $f'c$ 20 MPa dan hasil jumlah kebutuhan tulangan pada tiap struktur secara garis besar Gedung DPRD masih dalam kondisi layak guna, namun pada segmen ruangan yang telah mengalami kebakaran pada lantai satu dilakukan analisis khusus dengan melakukan pengurangan mutu beton dan baja pasca terinteraksi dengan suhu besar sesuai dengan beberapa penelitian dan jurnal melakukan penurunan mutu hingga 40-50% dimana $f'c$ dimasukkan menjadi $f'c$ 10 MPa dan tegangan leleh minimum dan minimum pada baja tulangan ruangan tersebut diturunkan menjadi 50% f_y 120 MPa dan f_u 195 MPa. Dan pada ruangan tersebut dilakukan perkuatan terhadap struktur kolom dan balok sesuai dari hasil analisis didapatkan opsi perkuatan, yaitu menggunakan *Concrete Jacketing*.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian ini dan khususnya DPRD Provinsi Kalimantan Timur yang telah mendukung penelitian ini sehingga penelitian ini dapat selesai dengan baik.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Efendi, W., A. (2020). *Investigasi dan Assesment Audit Building pada Gedung D Komplek Kantor DPRD Provinsi Kalimantan Timur*. Balikpapan: CV. Quantum Consultant.
- Ahmad, I. A., Taufieq, N. A., & Aras, A. H. (2009). Analisis Pengaruh Temperatur terhadap Kuat Tekan Beton. *Jurnal Teknik Sipil*, 63-70.
- C1383, A. (n.d.). *Standard Test Method for Measuring the P-Wave Speed and the Thickness of Concrete Plates Using the Impact-Echo Method*. America: ASTM.
- C597, A. (n.d.). *Standard Test Method for Pulse Velocity Through Concrete*. America: ASTM.
- C805, A. (n.d.). *Standard Test Method for Rebound Number of Hardened Concrete*. America: ASTM.
- Efendi, A. W. (2020). *Audit Forensik Bangunan Gedung Balai Wilayah Sungai Provinsi Kalimantan Timur*. Balikpapan: CV. Quantum Consultant.
- Haryadi, G. D. (2006). Pengaruh Suhu Tempering Terhadap Kekerasan, Kekuatan Tarik Dan Struktur Mikro Pada Baja K-460. *Rotasi*, 1-8.
- Khoeri, H. (2016). *Non-Destructive Test Terhadap Semi Destructive Test Pada Shear*. *Jurnal Konstruksia*, 1-12.
- Nugroho, R. H. (2014). Analisis Sifat Mekanik Kekuatan Baja Tulangan Polos Hasil Proses Perlakuan Panas Fasa Ganda. *Neliti*, 175-188.
- SNI-6880. (2016). *Spesifikasi Beton Struktural*. Jakarta: SNI.
- Suyono, E. H., Subagiyo, & Sarjiyana. (2016). Analisis Kekuatan Tarik Baja Tulangan Berulir Hasil Perlakuan Panas Fasa Ganda. *Seminar Nasional Terapan Teknologi (SeNTerTek) 2016-JTM Polinema*, 103-108.