

ANALISIS KERUSAKAN SLOOF PADA GEDUNG OPERASIONAL DI BANDAR UDARA KALIMARAU BERAU

Rizqoghaniy Setya Mahendra¹, Karina Meilawati², Bambang Wasito³

^{1,2,3}Politeknik Penerbangan Surabaya, Jl. Jemur Andayani I No. 73 Surabaya, 60236

Email: rizqoghaniy597@gmail.com

Abstrak

Bandar Udara Kalimantanau merupakan salah satu bandar udara di Propinsi Kalimantan Timur, letaknya tepat berada di Kecamatan Teluk Bayur, Kabupaten Berau, dengan koordinat 02°00'12"N dan 117°25'52"E. Bandar Udara Kalimantanau saat ini mengalami permasalahan yaitu kerusakan pada dinding gedung operasional yang disebabkan oleh penggunaan besi tulangan pada sloof berukuran 10 mm yang menurut SNI 2847:2019 tentang Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung, tidak standar dengan luas bangunan dan kurangnya ketelitian pada pengerjaan terdahulu, yang mengakibatkan tidak terikatnya sloof dengan dinding bangunan dan keretakan pada bagian dinding gedung operasional.

Dalam perhitungan analisa menggunakan aplikasi SAP2000, dengan mengacu pada SNI 1727:2018 untuk pembebanan. Untuk kerusakan pada gedung operasional mengacu pada American Concrete Institut, ACI.224.IR-93 (Cause, Evaluation and Repair valuation and Repair of Concrete in Concrete Struct of Concrete in Concrete Structure).

Berdasarkan Hasil dari penelitian ini didapat bahwa menurut analisa menggunakan SAP 2000 dan perhitungan tulangan didapatkan desain tulangan dengan 6D20, namun pada tulangan sloof eksisting menggunakan baja ulir 10 mm yang megakibatkan tidak kuatnya menanggung beban pada gedung tersebut. Berdasarkan kerusakan yang terjadi pada dinding gedung operasional, perbaikan menggunakan metode pengacian atau plesteran. Dan kerusakan struktural, perbaikan menggunakan metode pemasangan ankur pada dinding. Untuk kerusakan sloof perbaikannya menggunakan metode grouting dikarenakan termasuk dalam kategori retak struktural.

Kata Kunci: Bandar Udara, SAP 2000, Sloof.

Abstract

Kalimarau Airport is one of the airports in East Kalimantan Province, located right in Teluk Bayur District, Berau Regency, with coordinates 02°00'12"N and 117°25'52"E. Kalimarau Airport is currently experiencing problems, namely damage to the walls of operational buildings caused by the use of reinforcing iron on a 10 mm sloof which, according to SNI 2847:2019 concerning Procedures for Planning Concrete Structures for Buildings, is not standardized with building area and lack of accuracy in workmanship. earlier, which resulted in the sloof not being attached to the building walls and cracks in the operational building walls.

In calculating the analysis using the SAP2000 application, with reference to SNI 1727:2018 for loading. For damage to operational buildings, refer to the

American Concrete Institute, ACI.224.IR-93 (Cause, Evaluation and Repair valuation and Repair of Concrete in Concrete Struct of Concrete in Concrete Structure).

The results of this study showed that according to the analysis using SAP 2000 and the calculation of reinforcement, the reinforcement design was obtained with 6D20, but the existing sloof reinforcement used 10 mm screw steel which resulted in not being strong enough to bear the load on the building. Based on the damage that occurs to the walls of the operational building, repairs use the plastering or plastering method. And structural damage, repair using the method of installing anchors on the wall. For repair sloof damage using the grouting method because it is included in the category of structural cracks.

Keywords: Airport, SAP 2000, Sloof.

PENDAHULUAN

Bandara Kalimantan pertama kali dibangun pada tahun 1976 sebagai bandara perintis. Fasilitas yang dimiliki oleh Bandar Udara Kalimantan diantaranya Runway, Taxiway, RESA, Apron, gedung terminal penumpang, gedung terminal kargo, menara ATC, gedung operasional, gedung PK-PPK, Power House, gedung Maintenance.

Bandar Udara Kalimantan saat ini mengalami permasalahan yaitu kerusakan pada dinding gedung operasional yang disebabkan oleh penggunaan besi tulangan pada sloof berukuran 10 mm yang menurut SNI 2847:2019 tentang Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung, tidak standar dengan luas bangunan dan kurangnya ketelitian pada pengerjaan terdahulu, yang mengakibatkan tidak terikatnya sloof dengan dinding bangunan dan keretakan pada bagian dinding gedung operasional.

Berdasarkan uraian di atas maka penulis mengajukan dalam bentuk penelitian yang berjudul **“ANALISIS KERUSAKAN SLOOF PADA GEDUNG OPERASIONAL DI BANDAR UDARA KALIMARAU BERAU”**

Rumusan masalah dari permasalahan sebagai berikut:

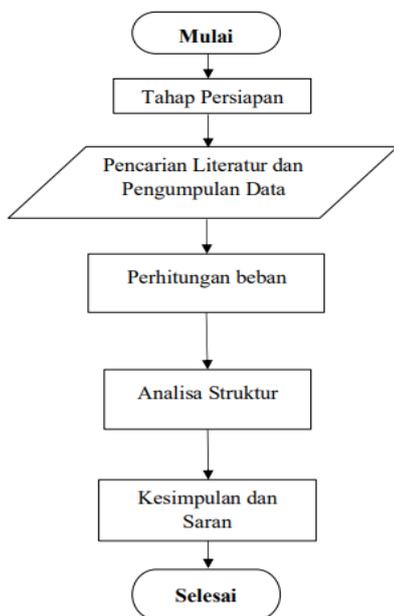
1. Bagaimana analisa kondisi struktur bangunan menggunakan SAP2000 pada gedung operasional di Bandar Udara Kalimantan Berau?
2. Bagaimana cara menangani kerusakan pada bagian gedung operasional di Bandar Udara Kalimantan Berau?

METODE

Dalam penelitian ini digunakan metode penulisan sebagai berikut:

1. Melakukan pengamatan secara langsung di Bandar Udara Kalimantan Berau, serta didukung oleh data-data yang diperoleh dari bandara tersebut terkait dengan kondisi lapangan, dalam hal ini adalah area gedung operasional.
2. Studi Pustaka, menggunakan data yang diperoleh dari jurnal, serta regulasi yang terkait dengan materi penelitian.
3. Tempat penelitian berlokasi di Bandar Udara Kalimantan Berau, serta waktu penelitian dilaksanakan saat pelaksanaan OJT di Bandar Udara Kalimantan Berau tepatnya Oktober 2021 sampai Juli 2022.

Berikut adalah urutan penelitian disajikan dalam bagan alur penelitian seperti di bawah ini:



Gambar 1. Bagan Alur Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pembebanan

Elemen-elemen penahan beban bangunan dikenai beban gravitasi. Beban berat yang dihasilkan ditransfer ke program utilitas SAP 2000. Beban masukan meliputi beban mati, beban hidup, dan beban angin.

1. Beban Mati

Terdiri dari Berat Sendiri dari elemen struktural, yang secara otomatis dihitung oleh program utilitas SAP2000. Sedangkan beban mati tambahan (super dead load) terdiri dari beban genap pada pelat dan beban dari dinding.

2. Beban Hidup

Terdiri dari beban-beban yang berhubungan dengan penggunaan gedung, tidak termasuk beban mati, beban struktur, dan beban akibat fenomena alam. Bergantung dengan fungsi ruang, maka beban hidup dapat di bedakan sesuai dengan SNI 1727:2018, yaitu beban hidup lantai perkantoran = 250 kg/m²

3. Beban Angin

Beban angin mengambil contoh angin yang bertiup pada salah satu sisi bangunan. Beban angin bangunan menggunakan SNI

1727:2018 Pasal 27.1. Tata cara penentuan beban angin SPGAU untuk bangunan tertutup disesuaikan berdasarkan SNI 1727:2018 Tabel 27.2-1.

Tabel 1. Kategori Resiko Bangunan Dan Struktur Lainnya

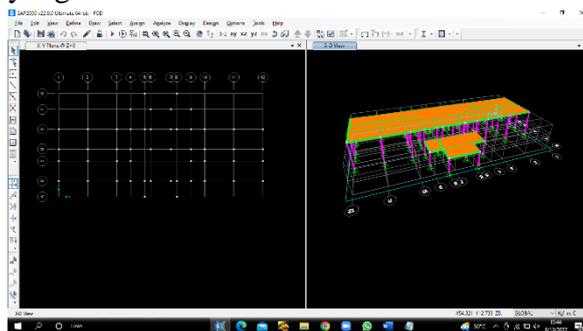
Penggunaan atau pemanfaatan fungsi bangunan gedung dan struktur	Kategori risiko
Bangunan gedung dan struktur lain yang merupakan risiko rendah untuk kehidupan manusia dalam kejadian kegagalan	I
Semua bangunan gedung dan struktur lain kecuali mereka terdaftar dalam kategori risiko I, III, dan IV	II
Bangunan gedung dan struktur lain, kegagalan yang dapat menimbulkan risiko besar bagi kehidupan manusia.	III
Bangunan gedung dan struktur lain, tidak termasuk dalam kategori risiko IV, dengan potensi untuk menyebabkan dampak ekonomi substansial dan/atau gangguan massa dari hari ke hari kehidupan sipil pada saat terjadi kegagalan.	
Bangunan gedung dan struktur lain tidak termasuk dalam risiko kategori IV (termasuk, namun tidak terbatas pada, fasilitas yang manufaktur, proses, menangani, menyimpan, menggunakan, atau membuang zat-zat seperti bahan bakar berbahaya, bahan kimia berbahaya, limbah berbahaya, atau bahan peledak) yang mengandung zat beracun atau mudah meledak di mana kuantitas material melebihi jumlah ambang batas yang ditetapkan oleh pihak yang berwenang dan cukup untuk menimbulkan suatu ancaman kepada publik jika dirilis*	
Bangunan gedung dan struktur lain yang dianggap sebagai fasilitas penting.	IV
Bangunan gedung dan struktur lain, kegagalan yang dapat menimbulkan bahaya besar bagi masyarakat.	
Bangunan gedung dan struktur lain (termasuk, namun tidak terbatas pada, fasilitas yang memproduksi, memproses, menangani, menyimpan, menggunakan, atau membuang zat-zat berbahaya seperti bahan bakar, bahan kimia berbahaya, atau limbah berbahaya) yang berisi jumlah yang cukup dari zat yang sangat beracun di mana kuantitas melebihi jumlah ambang batas yang ditetapkan oleh pihak yang berwenang dan cukup menimbulkan ancaman bagi masyarakat jika dirilis*.	
Bangunan gedung dan struktur lain yang diperlukan untuk mempertahankan fungsi dari kategori risiko IV struktur lainnya.	
*Bangunan gedung dan struktur lain yang mengandung racun, zat yang sangat beracun, atau bahan peledak harus memenuhi syarat untuk klasifikasi terhadap kategori risiko lebih rendah jika memuaskan pihak yang berwenang dengan suatu penilaian bahaya seperti dijelaskan dalam Pasal 1.5.3 bahwa pelepasan zat epeadan dengan risiko yang terkait dengan kategori risiko.	

B. Analisa Struktur

Analisis struktur bangunan digunakan dengan bantuan software SAP2000 untuk menentukan perilaku bangunan dengan mempertimbangkan semua kombinasi beban, terutama gaya gempa, untuk menghasilkan gaya internal yang digunakan untuk menghitung kebutuhan tulangan.

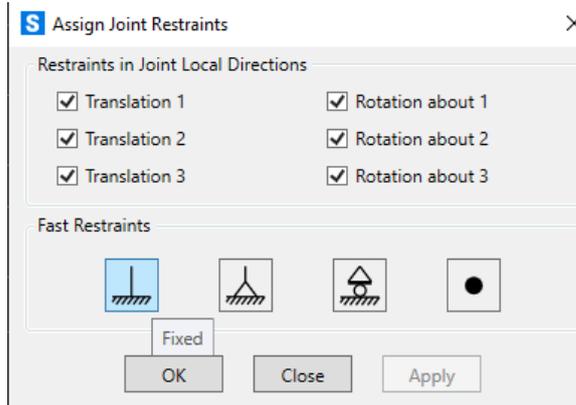
1. Membuat Model Struktur

Setelah buka program SAP2000, ubah satuan menjadi kg/m, klik File - New Model - 3D Frame. Isi data-data yang mencakup bentang dalam arah X dan Y serta jumlah lantai dan tinggi bangunan yang akan dimodelkan.



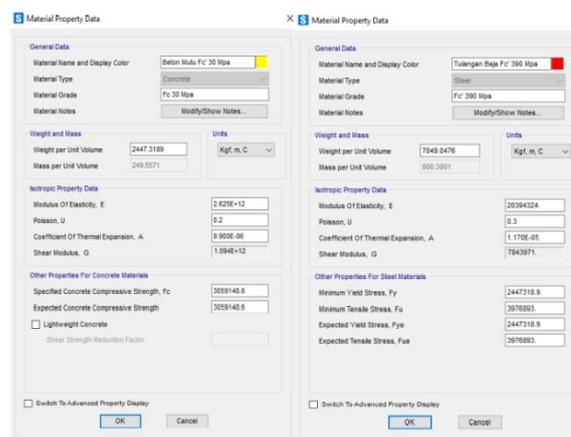
Gambar 2 Membuat Model Struktur

- Perletakan
Ubah perletakan menjadi jepit untuk semua tumpuan, klik *Assign - Joint – Restraint – Jepit*



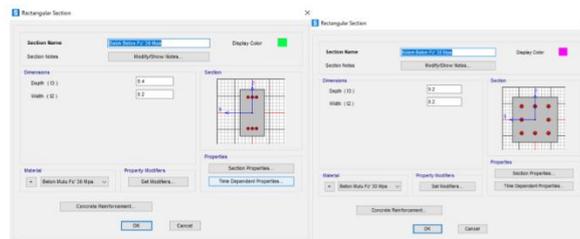
Gambar 3. Menambahkan Perletakan

- Pemberian Material
Karena bangunan menggunakan beton bertulang maka material yang dibuat yaitu, beton 30 Mpa untuk struktur utama dan baja 390 Mpa untuk tulangan, klik *Define - Material - Add New Material*

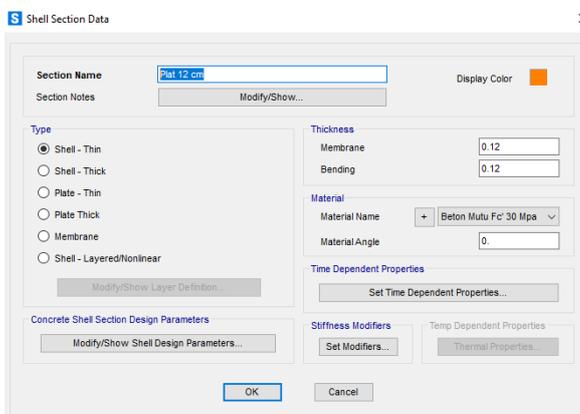


Gambar 4 Pemberian Material

- Membuat Penampang
Pada tahap ini akan dibuat penampang utama struktur bangunan berupa balok, kolom, dan pelat. Data-data yang dibutuhkan yaitu dimensi penampang sesuai dengan preliminary desain, mutu beton, dan mutu baja yang digunakan. Untuk membuat penampang balok dan kolom, pilih *define-section properties-frame section-add new property*

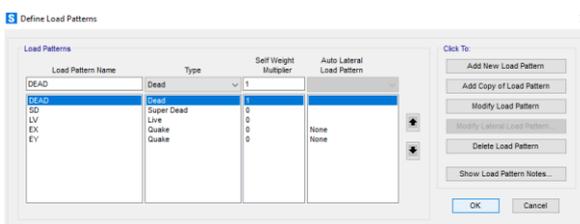


Gambar 5. Pembuatan Penampang
Sedangkan untuk membuat penampang pelat, klik *Define - Section Properties - Area Section - Add New Section*



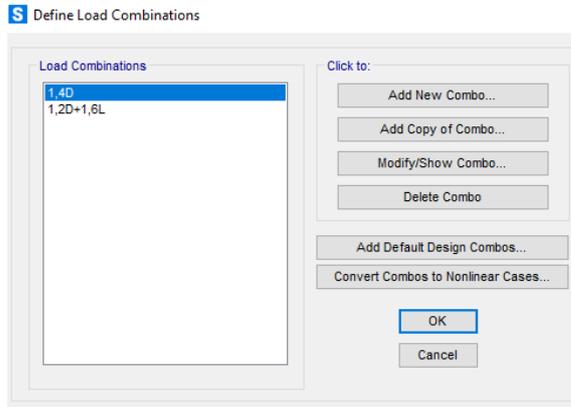
Gambar 6. Pembuatan Penampang Plat

- Input Tipe Beban
Jenis beban disini antara lain beban sendiri (self-weight), beban mati tambahan (superdead), beban hidup (live), beban atap hidup, beban angin (angin), dan beban gempa (gempa). Untuk input di program SAP klik *Define - Load Pattern -Add New Load Pattern*



Gambar 7. Penginputan Tipe Beban

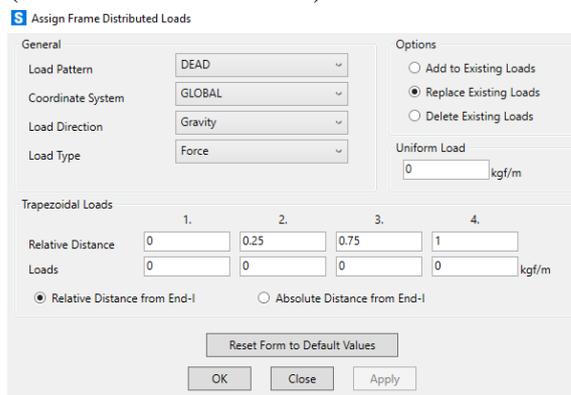
- Input Kombinasi Pembebanan
Masukkan kombinasi pembebanan sesuai dengan SNI 1727:2018 pada program dengan pilih *Define - Load Combinations - Add New Combo.*



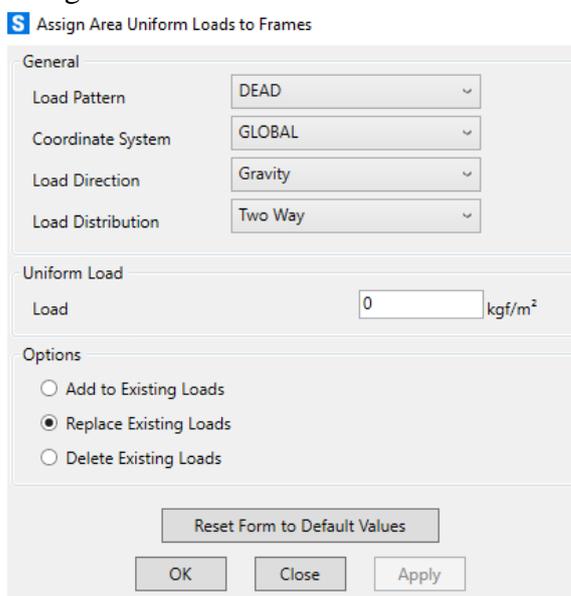
Gambar 8. Input Kombinasi Pembebanan

7. Input Pembebanan

Untuk penginputan beban mati dan hidup langkahnya sama, pilih frame atau penampang yang akan dimasukkan beban, klik *Assign - Frame Load - Distributed* (untuk kolom dan balok).



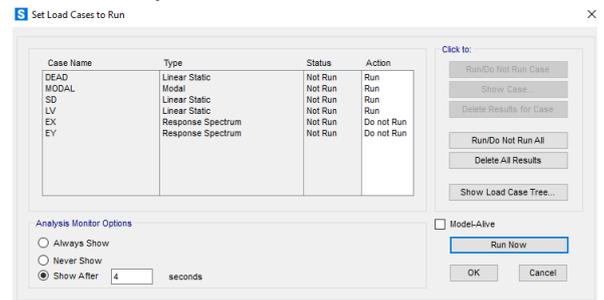
Gambar 9. Input Beban Untuk Balok Sedangkan input beban pada pelat klik *Assign - Area Load - Uniform to Frame*



Gambar 10. Input Beban Untuk Plat

8. Run Analysis

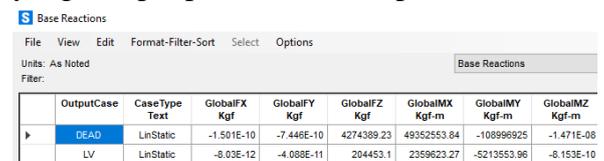
Setelah semua data-data diinput, langkah selanjutnya adalah menganalisis struktur dengan menjalankan program untuk melihat output dari SAP2000, klik *Analyze – Run Analysis – Run Now*.



Gambar 11. Run Analysis

9. Validasi Pembebanan

Berikut merupakan hasil beban gravitasi yang didapat pada analisa di aplikasi SAP.



Gambar 12. Validasi Beban

C. Perhitungan Tulangan Lentur

Dari analisa menggunakan SAP2000 dilanjutkan dengan perencanaan balok beton.

$$M_{uit} := 340 \text{ kN m} \quad V_{uit} := 217 \text{ kN}$$

$$h_{use} := 650 \text{ mm} \quad D_{sengkan} := 12 \text{ mm}$$

$$b_{use} := 400 \text{ mm} \quad n_{sengkan} := 2$$

$$cover := 40 \text{ mm} \quad D_{ien} := 20 \text{ mm}$$

$$f_c := 40 \text{ MPa} \quad f_y := 390 \text{ MPa}$$

1. Menghitung R_n

$$d_{eff} := h_{use} - cover - D_{sengkan} - D_{ien} = 578 \text{ mm}$$

$$R_n := \frac{M_{uit}}{0,9 \cdot b_{use} \cdot d_{eff}^2} = 2826,967 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

2. Menghitung rasio tulangan rencana

$$\rho_{design} := \frac{0,85 \cdot f_c}{f_y} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot R_n}{0,85 \cdot f_c}} \right) = 0,0076$$

$$A_{s_design} := \rho_{design} \cdot b_{use} \cdot d_{eff} = 1752,0308 \text{ mm}^2$$

$$n_{req} := \frac{A_{s_design}}{0,25 \cdot \pi \cdot D_{ien}^2} = 5,5769$$

$$n_{use} := 6$$

$$\rho_{actual} := \frac{n_{use} \cdot 0,25 \cdot \pi \cdot D_{ien}^2}{b_{use} \cdot d_{eff}} = 0,0082$$

3. Cek rasio tulangan aktual thd rasio tulangan maksimum

$$\beta := 0,85 - \frac{0,05 \cdot (f_c - 28 \text{ MPa})}{7 \text{ MPa}} = 0,7643$$

$$\rho_{maks} := \left(\frac{0,85 \cdot \beta \cdot f_c}{f_y} \right) \cdot \left(\frac{600 \text{ MPa}}{600 \text{ MPa} + f_y} \right) = 0,0404 \quad \rho_{maks} > \rho_{actual}$$

4. Cek rasio tulangan aktual thd rasio tulangan minimum

$$\rho_{min} := \min \left(\left(\frac{1,4 \text{ MPa}}{f_y} \right), \left(\frac{0,25 \cdot \sqrt{f_c} \text{ MPa}}{f_y} \right) \right) = 0,0036 \quad \rho_{min} < \rho_{actual}$$

5. Hitung kapasitas momen penampang

$$A_s_{actual} := n_{use} \cdot 0,25 \cdot \pi \cdot D_{jen}^2 = 1884,9556 \text{ mm}^2$$

$$a := \frac{A_s_{actual} \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c \cdot b_{use}} = 54,0539 \text{ mm}$$

$$\phi M_n := 0,9 \cdot A_s_{actual} \cdot f_y \cdot \left(d_{eff} - \frac{a}{2} \right) = 364,5345 \text{ kN m}$$

$$Rasio := \frac{M_{ult}}{\phi M_n} = 0,9327$$

$$\epsilon_t := 0,003 \cdot \frac{\left(d_{eff} - \left(\frac{a}{\beta} \right) \right)}{\left(\frac{a}{\beta} \right)} = 0,0215 \quad (\epsilon_t > 0,005) \text{ (tension controlled)}$$

6. Cek spasi tulangan

$$spasi := \frac{b_{use} - (2 \cdot cover) - (n_{use} \cdot D_{jen})}{(n_{use} - 1)} = 40 \text{ mm} \quad OK!$$

Gunakan tulangan 6D20!

D. Identifikasi Masalah

Pada Gedung operasional di Bandar Udara Kalimantan Berau terdapat beberapa kerusakan. Berikut data kerusakan pada gedung operasional sebagai berikut.

Tabel 2. Kerusakan Pada Gedung

No	Jenis Kerusakan	Keterangan
1	Retak Halus	Retak pada dinding selebar 0,6 cm
2	Retak struktural	Retak pada dinding selebar 1,4cm
3	Kerusakan pada sloof	Retak pada sloof

Dari data kerusakan diatas, penanganan pada tiap-tiap kerusakan sebagai berikut.

1. Retak Halus, Retak pada dinding gedung dikategorikan dengan retak kecil dengan lebar retakan 0,075 cm – 0,6 cm sepanjang 42 cm, sehingga perencanaan perbaikan dinding pada gedung operasional Bandar udara Kalimantan menggunakan metode pengacian.
2. Retak Struktural, Retak Struktural seperti ini cara penanganannya dengan menggunakan metode pemasangan angkur pada dinding.

3. Kerusakan Sloof, Retak sloof dapat diperbaiki dengan metode penyuntikan epoxy ke dalam retakan.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis struktur gedung operasional di Bandar Udara Kalimantan Berau, maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan Hasil SAP 2000 untuk kontrol desain struktur didapat kesimpulan sebagai berikut. Pada perhitungan didapatkan untuk tulangan sloof menggunakan 6D20 dan sengkang D12-100, namun pada tulangan sloof eksisting menggunakan baja ulir 10 mm yang megakibatkan tidak kuatnya menanggung beban pada gedung tersebut.
2. Berdasarkan kerusakan yang terjadi pada dinding gedung operasional, perbaikan menggunakan metode pengacian atau plesteran dikarenakan kerusakan termasuk retak halus. Dan kerusakan struktural perbaikan menggunakan metode pemasangan angkur pada dinding. Untuk kerusakan sloof perbaikannya menggunakan metode grouting dikarenakan termasuk dalam kategori retak struktural yang mengacu pada *American Concrete Institut, ACI.224.IR-93 (Cause, Evaluation and Repair valuation and Repair of Concrete in Concrete Struct of Concrete in Concrete Structure).*

Saran

Berikut adalah rekomendasi yang ingin penulis sampaikan berdasarkan temuan mereka:

1. Dilakukan inspeksi rutin yang benar agar apabila jika ada kerusakan kecil

bisa dilakukan penanganan yang sesuai.

2. Pada perencanaan pembangunan sebuah proyek selain memperhitungkan kekuatan struktur atas sebaiknya pihak bandara juga melakukan perencanaan struktur bawah atau pondasi sehingga mendapatkan bangunan gedung yang kokoh.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rizal Afandi. (2021). Perencanaan struktur beton bertulang pada bangunan watchroom PKP-PK dengan sistem rangka pemikul momen khusus di Bandar udara Juwata Tarakan. Surabaya: Politeknik Penerbangan Surabaya.
- [2] M. R. Akbar, Mahmuddin, Tripoli. (2021). Analisis Biaya Pekerjaan Sloof Pada Proyek Pembangunan Gedung BPJN Aceh. Aceh: Universitas Syah Kuala Aceh.
- [3] Badan Standardisasi Nasional. (1995). Tata Cara Penakaran, Pengadukan, Pengangkutan dan Pengecoran Beton. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- [4] Badan Standardisasi Nasional. (2019). SNI 2847:2019 Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- [5] Sari Utama Dewi, M. Iqbal Pratama (2018). Analisa perencanaan struktur beton gedung kuliah kampus 2 IAIN kota Metro menggunakan program ETABS (Extended Tree Analysis Building System). Metro: IAIN Metro.
- [6] Syarif Hidayat. (2009). Semen - Jenis dan Aplikasinya. Kawah Media
- [7] Febrin Anas Ismail. (2010). Studi Pengaruh Pemasangan Angkur Dari Kolom ke Dinding Bata Pada Rumah Sederhana Akibat Beban Gempa. Padang: Universitas Andalas
- [8] KP 326 tahun 2019 Tentang Standar Teknis dan Operasional Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil bagian 139 (Manual of Standard CASR - Part 139) Volume I Bandar Udara (Aerodrome). Jakarta, Indonesia.
- [9] KP 94 tahun 2015 Tentang Pedoman Teknis Operasional Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil Bagian 139-23. Jakarta, Indonesia.
- [10] Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 77 Tahun 2015 Tentang Standarisasi Dan Sertifikasi Fasilitas Bandar Udara. Jakarta, Indonesia.
- [11] Suirna Juanisa Syahland, Martina Anggi Silova. (2021). Analisis Pembebanan Struktur Bangunan Atas Gedung Kantor Kelurahan Kampung Baru Raya Bandar Lampung. Lampung: Universitas Sang Bumi Ruwa Jurai.
- [12] Agung Nusantoro. (2012). Perbaikan dan Perkuatan Struktur Pada Bangunan Cagar Budaya. Purworejo: Universitas Muhammadiyah Purworejo.
- [13] Badan Standardisasi Nasional. (2019). SNI 2847:2019 Tentang Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- [14] Badan Standardisasi Nasional. (2018). SNI 1727:2018 Tentang Beban Desain Minimum Dan Kriteria Terkait Untuk Bangunan Gedung Dan Struktur Lain (ASCE/SEI 7-16,MOD). Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.