

Analisis Distribusi Pembebanan pada Bangunan Tradisional Jawa ‘Limasan’

Anggita Putri Rahayu¹, Aisya Cahyaningtyas², Feri Setiawan³, Imam Asri Ranivan⁴, Irvansyah Asnan Alvaru⁵,
Yovita Rahmawati⁶, Septiono Eko Bawono⁷

Universitas Gunung Kidul^{1,2,3}
anggitaputrirahayu48@gmail.com¹

Abstrak— Limasan merupakan salah satu bangunan tradisional Jawa. Bangunan ini disebut limasan karena memiliki atap yang berbentuk limas. Atap limasan merupakan jenis atap tradisional jawa yang terbuat dari kayu dan memiliki desain unik yang mempengaruhi cara distribusi beban pada struktur rangka atap. Pendekatan penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif. Tahap penelitian meliputi: observasi lapangan, dokumentasi, analisis struktural dan penarikan kesimpulan. Dengan menggunakan metode analisis struktural dan pemodelan komputer, penelitian ini mengeksplorasi bagaimana atap limasan menanggung beban, memahami peran elemen strukturalnya dalam mendukung beban vertikal dan horizontal. Tujuan penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan yang lebih baik dalam mempertahankan dan memperbaiki struktur atap tradisional agar tetap kokoh dan tahan dalam menghadapi beban-beban yang mungkin terjadi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa limasan memiliki distribusi pembebanan yang unik, dengan penekanan pada distribusi beban. Distribusi beban dari atap sebagai beban mati dan angin sebagai beban hidup, sehingga distribusi beban terberat bertumpu di soko guru. Hasil analisis juga memberikan pemahaman mendalam tentang kinerja struktural limasan terhadap gaya dalam dan gaya lateral. Temuan ini dapat memberikan panduan untuk perencanaan konstruksi yang optimal dan memperkaya pemahaman tentang karakteristik distribusi beban pada bangunan tradisional seperti limasan.

Kata kunci — Limasan, Analisis struktur, Distribusi beban, Gaya dalam, Gaya lateral.

Abstract— Limasan represents a distinctive form of traditional Javanese architecture, deriving its name from the pyramid-shaped roof that defines its structure. Constructed using wood, the Limasan roof boasts a unique design that significantly influences the distribution of weight across the underlying truss framework. This research employs a descriptive quantitative approach, encompassing field observation, documentation, structural analysis, and the formulation of conclusions. Through the utilization of structural analysis and computer modeling techniques, the study delves into the mechanics of how a Limasan roof supports various loads, elucidating the roles played by its structural components in managing both vertical and horizontal forces. The primary objective of this research is to enhance our understanding of maintaining and enhancing the resilience of traditional roof structures, ensuring their durability in the face of potential loads. The findings reveal the distinctive load distribution characteristics of Limasan, highlighting the prominence of load distribution originating from both the roof's static weight and external forces such as wind. Notably, the Soko Guru bears the brunt of the heaviest load distribution. The analysis outcomes contribute a comprehensive comprehension of Limasan's structural performance concerning internal and lateral forces. Consequently, these insights can inform optimal construction planning and enrich the knowledge of load distribution patterns in traditional architectural building as Limasan.

Keywords — Limasan, Structural analysis, Load distribution, Internal force, Lateral force.

I. PENDAHULUAN

Bangunan berarsitektur tradisional Jawa dari bentuk atapnya dibagi dalam 4 jenis, yaitu tajug, joglo, limasan dan kampung [1]. Bahkan, bangunan tradisional Jawa limasan ini sudah ditetapkan sebagai bangunan cagar budaya oleh Dinas Kebudayaan Kabupaten Gunungkidul, bangunan tersebut terletak di Padukuhan Karangnom II, Kalurahan Ngawis, Kapanewon Karangmojo dengan pemilik atas nama Alm. Ibu Surami [2].

Bangunan limasan, menurut naskah-naskah lama tentang bangunan rumah berarsitektur Jawa merupakan pengembangan dari bangunan dengan bentuk joglo [2]. Perbedaan bangunan berbentuk limasan ini jika dibandingkan dengan bangunan berbentuk joglo adalah tidak ditemui susunan balok yang disebut tumpang sari [2]. Jadi dalam pembuatan bangunan limasan lebih mudah dan menggunakan kayu lebih sedikit jika dibandingkan dengan bangunan joglo [3]. Atap limasan memiliki beberapa jenis bentuk atap yaitu nom, sinom, kampung bali, bapangan, klabang nyamber, trajumas, gajah ngombe, gajah mungkur, pacul gowang, semar tinandhu, dan srotongan [3].

Berlandaskan dari Standar Nasional Indonesia 7973 Tahun 2013 bahwa, semua komponen struktur harus dirangkai, diangker, dikencangkan, dan dibreising sedemikian rupa sehingga komponen struktur tersebut mempunyai kekuatan dan rigiditas yang dibutuhkan. Breising dan perangkat yang memadai untuk menahan angin dan gaya-gaya lateral lain harus digunakan. Dalam mendesain bangunan dengan bahan kayu pun memiliki prosedur desain yaitu Desain Tegangan Izin (DTI) agar beban desain minimumnya mampu terdistribusi maksimal. Beban desain tersebut meliputi sebagian atau seluruh beban atau gaya mati, hidup, angin, gempa bumi, pelaksanaan, dan gaya dinamik dan statis lain. Kombinasi gaya dan beban desain, dan faktor kombinasi beban, harus mengikuti peraturan gedung dimana struktur tersebut didesain, atau apabila berlaku, standar beban minimum yang dikenal. Peraturan bangunan gedung yang menentukan harus dirujuk di dalam menggunakan faktor kombinasi beban. Kombinasi beban beserta

faktor efek waktu, λ , untuk dipakai di dalam DFBK diberikan di dalam lampiran N [4].

Tegangan izin kayu merupakan besaran (yang dinyatakan dalam satuan kg/cm²) yang menyatakan tegangan kayu yang diperkenankan dipakai dalam perhitungan-perhitungan. Tegangan izin dibedakan menurut gaya yang bekerja dan arah bekerjanya gaya.

Tabel 1. Tegangan Ijin

	Kelas Kuat					Jati
	I	II	III	IV	V	
	Kg / cm ²					
σ_{lt}	150	100	75	50	-	130
$\sigma_{ds//} = \sigma_{tr//}$	130	85	60	45	-	110
$\sigma_{ds\perp}$	40	25	45	10	-	30
$\tau_{//}$	20	12	8	5	-	15

Ketentuan tersebut hanya berlaku untuk kayu mutu A dan jenis kayu yang terlindungi saja, sedangkan untuk kayu mutu B tegangna ijinnya harus dikalikan dengan faktor $\alpha=3/4$ Besarnya suatu tegangan ijin tersebut tergantung dengan jenis kelas kuat kayu¹.

Atap Limasan adalah jenis atap tradisional Jawa yang terbuat dari kayu dan memiliki desain unik yang mempengaruhi cara distribusi beban pada rangka atap [5]. Gedung limasan menunjukkan bukti homogenitas sistem tata ruangnya, terutama pada penataan ruang internalnya. Bangunan limasan mempunyai empat atap, yaitu dua atap dermaga dan dua atap bronjong. Biasanya ada overhang di keempat sisinya. Bangunan bergaya limasan dianggap fleksibel karena sambungan antar kayu tidak terikat satu sama lain. Gaya bangunan ini juga bisa digunakan di daerah rawan gempa².

Atap ini dinilai memiliki struktur yang seimbang sehingga lebih tahan terhadap cuaca ekstrem, seperti angin kencang. Rangka truss dan rafter dari atap ini tidak sesederhana yang terlihat dari luar. Selain itu, atap memiliki sambungan pada bagian pojok pertemuan antar bidang yaitu membutuhkan perlakuan khusus untuk mencegah kebocoran. Atap juga tidak cocok untuk bangunan yang memiliki struktur yang kompleks, karena tidak dapat mengakomodasi bentuk yang rumit.

Beban angin atap bangunan target meningkat seiring dengan peningkatan dari ketinggian bangunan hulu. Beban angin atap dan efek interferensi rendah dan bangunan bertingkat

¹Nur Munawarah Murdi. 2023. Materi Struktur Kayu Tegangan Izin Kayu.

² Vladimir Langgeng. 2021. Mampu Redam Gempa, Rumah Limasan kini jadi Trend

rendah dan bangunan bertingkat rendah tidak beraturan. Bangunan dengan ketinggian berbeda dengan simulasi numerik. Angin atap dan efek interferensi yang disebabkan oleh angin pada kelompok rumah bertingkat rendah dengan *spoiler* [6].

Distribusi pembebanan dihitung menggunakan analisa struktur untuk mengetahui regangan dan tegangan yang terjadi pada material kayu bangunan tradisional limasan. Perhitungan beban hidup pada bangunan limasan melibatkan faktor-faktor seperti penggunaan ruangan, kapasitas maksimum penahanan beban lantai, dan standar keamanan lokal.

$$\text{Beban Hidup Total} = \sum (\text{Beban Hidup Spesifik}) \quad (1)$$

Dimana “Beban Hidup Spesifik” dapat dihitung berdasarkan jenis ruangan dan penggunaannya. Contohnya:

$$\text{Beban Hidup Spesifik} = \text{Luas Ruang} \times \text{Beban Hidup per Meter Persegi} \quad (2)$$

Pada bangunan limasan, perhitungan ini perlu memperhitungkan fungsi dan penggunaan ruangan dengan mempertimbangkan faktor-faktor seperti mobilitas orang di dalamnya dan beban yang mungkin ditanggung oleh lantai.

Perhitungan beban mati pada bangunan limasan melibatkan estimasi berat sendiri bangunan dan beban permanen lainnya.

$$\text{Beban Mati Total} = \sum (\text{Beban Mati Spesifik}) \quad (3)$$

Dimana “Beban Mati Spesifik” dapat dihitung sebagai produk volume atau luas komponen bangunan dengan berat jenis materinya:

$$\text{Beban Mati Spesifik} = \text{Volume atau Luas Komponen} \times \text{Beban Jenis Material} \quad (4)$$

Pada bangunan limasan, ini mencakup berat struktur atap, dinding, lantai, dan elemen-elemen bangunan lainnya. Perhitungan beban gempa pada bangunan, termasuk Limasan, melibatkan sejumlah faktor seperti zona gempa, tipe tanah, dan karakteristik struktural bangunan.

$$F_g = C \times W \quad (5)$$

F_g = Gaya gempa dasar (N)

C = Faktor gempa dasar yang bertanggung pada zona gempa dan tipe tanah

W = Beban gravitasi bangunan (N)

Untuk bangunan limasan, khususnya, perlu diperhatikan bahwa karakteristik struktural dan material bangunan juga memainkan peran penting dalam analisis gempa. Perhitungan beban hujan pada bangunan limasan melibatkan beberapa faktor, termasuk luas atap, kemiringan atap, serta zona iklim.

$$P = C \times I \times A \quad (6)$$

P = Beban hujan (kg/m²)

C = Koefisien curah hujan

I = Intensitas hujan(mm/jam)

A = Luas penampang melintang atap (m²)

Perhitungan beban angin pada bangunan Limasan melibatkan beberapa faktor seperti ketinggian bangunan, bentuk atap, lokasi geografis, dan kecepatan angin rata-rata setempat.

$$\text{Beban Angin} = 0.5 \cdot C_d \cdot p \cdot V^2 \cdot A \quad (7)$$

C_d = Koefisien drag yang tergantung pada bentuk dan profil bangunan

p = Kerapatan udara

V = Kecepatan angin rata-rata

A = Luas penampang tegak lurus arah angin

Perhatikan bahwa nilai-nilai ini harus disesuaikan dengan karakteristik khusus bangunan Limasan, seperti bentuk atap dan tinggi bangunan. Koefisien drag (C_d) dapat bervariasi tergantung pada bentuk dan orientasi atap.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini tergolong penelitian deskriptif kuantitatif. Penelitian deskriptif kuantitatif adalah mendeskripsikan, meneliti, dan menjelaskan sesuatu yang dipelajari apa adanya, dan menarik kesimpulan dari fenomena yang dapat diamati dengan menggunakan angka-angka. Penelitian deskriptif kuantitatif adalah penelitian yang hanya menggambarkan isi suatu variabel dalam penelitian, tidak dimaksudkan untuk menguji

hipotesis tertentu. Dengan demikian dapat diketahui bahwa penelitian deskriptif kuantitatif adalah penelitian yang menggambarkan, mengkaji dan menjelaskan suatu fenomena dengan data (angka) apa adanya tanpa bermaksud menguji suatu hipotesis tertentu. Penelitian ini dilaksanakan di Wonosari dan terhadap 6 mahasiswa dan 1 dosen pendamping program studi teknik sipil Universitas Gunung Kidul, dilaksanakan dari tanggal 14 November 2023 sampai dengan 24 Desember 2023.

Tahap Penelitian diawali observasi lapangan pada bangunan tradisional limasan yang ada di wonosari dilanjutkan dokumentasi, analisis struktural dengan Identifikasi material atap dan elemen struktural yang digunakan. Kalkulasi beban vertikal seperti beban mati (*dead load*) dan beban hidup (*live load*) yang diterapkan pada atap. Tinjau distribusi beban horizontal seperti beban angin atau gempa. Alat yang digunakan pemodelan gambar dan struktur menggunakan *software* AutoCAD SketchUP dan Etabs. Distribusi pembebanan dihitung menggunakan analisa struktur untuk mengetahui regangan dan tegangan yang terjadi pada material kayu bangunan tradisional limasan.

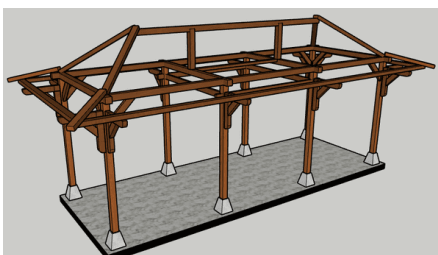
III. HASIL PENELITIAN

A. truktur Limasan

Pada umumnya bangunan limasan terdiri dari Umpak, Soko, Blandar, Balok Pengunci, Ander, Nook, dan Jurai. Dimana masing-masing komponen penyusun tersebut memiliki luasan penampang yang berbeda-beda.



Gambar 1. Tampak Depan



Gambar 2. 3D Tampak Bangunan Limasan

1. Umpak

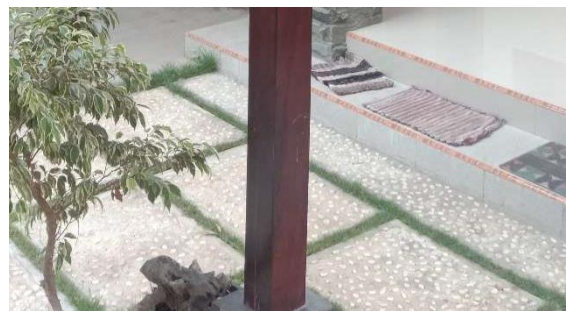
Umpak sendiri merupakan pengganti pondasi namun hanya berada di bawah soko berada. Umpak terbuat dari pasangan batu/bata dengan campuran agregat tertentu hingga mendapatkan perkerasan sesuai dengan yang diinginkan. Umpak berbentuk prisma trapesium, dengan profil penampang atas $14 \times 14 \text{ cm}^2$, profil bawah $30 \times 30 \text{ cm}^2$, ketinggian umpak 30cm terhitung dari muka lantai.



Gambar 3. Umpak

2. Soko

Soko merupakan tiang dari kayu kw 1 dengan profil $12 \times 12 \text{ cm}^2$. Dengan tinggi minimal 2,5 m, berjumlah 8 batang.



Gambar 4. Soko

3. Blandar

Blandar merupakan balok kayu kw 1 dengan profil $12 \times 12 \text{ cm}^2$. Terletak di atas soko menghubungkan antar soko dan berfungsi sebagai penerus beban yang diterima oleh ander sehingga dapat diterima merata ke-tiap soko.



Gambar 5. Blandar

4. Balok Pengunci

Balok pengunci sendiri memiliki profil $6 \times 12 \text{ cm}^2$. Terletak 15 cm dibawah ander dan hanya dipasang pada 4 soko yang berada di tengah. Fungsi dari balok pengunci untuk menjaga soko tidak bergeser bila terdapat beban tambahan.



Gambar 6. Balok Pengunci

5. Ander

Ander merupakan kayu kw 1 dengan profil $8 \times 12 \text{ cm}^2$. Ander terletak pada tangan blandar dan dipasang secara vertikal. Ander berfungsi untuk penerima beban yang diterima oleh nook yang terpasang melintang di atasnya.



Gambar 7. Ander

6. Suwunan

Suwunan berupa balok kayu dengan kw 1 yang memiliki profil $8 \times 12 \text{ cm}^2$. Suwunan berada di atas ander dan terpasang secara melintang diantara dua

ander. Suwunan berfungsi sebagai penerima beban langsung dari wuwung/kerpus.



Gambar. 8 Sungunan

7. Jurai

Pada konstruksi bangunan limasan jurai terdapat 2 jenis berdasarkan letak dan kemiringan pemasangannya. Namun keduanya sama-sama dari kayu kw 1 dengan profil $8 \times 12 \text{ cm}^2$. Jurai berfungsi sebagai penyalur beban yang diterima oleh kasau yang kemudian diteruskan terhadap blandar.



Gambar 9. Jurai

8. Balok ring

Balok ring berupa balok kayu dengan kw 1 yang memiliki profil $8 \times 12 \text{ cm}^2$. Balok ring terpasang melingkar disekeliling limasan bagian luar. Fungsi dari balok ring sebagai penerima beban dari kasau bagian bawah.



Gambar 10. Balok Ring

9. Kasau

Kasau berupa balok kayu yang memiliki profil 5x7 cm². Fungsi dari kasau sebagai penerima beban dari rang yang terletak di atasnya.

10. Reng

Reng merupakan kayu yang memiliki profil 2x3 cm². Reng terletak di atas kasau dan tegak lurus terhadap kasau. Fungsi dari reng merupakan penerima beban langsung dari penutup atap.



Gambar 11. Kasau dan Reng

11. Sokong

Sokong berupa balok kayu kw 1 yang memiliki profil 6x12 cm². Sokong terletak pada 4 titik terluar dari soko. Fungsi dari sokong untuk penyiku dan pengunci antara ander dengan soko.



Gambar 12. Sokong

12. Listplank

Listplank berupa papan kayu yang memiliki profil 2x20 cm². Listplank dipasang pada kasau bagian luar. Selain sebagai eksisting listplank berfungsi juga sebagai penghalau air hujan yang jatuh langsung dari genteng.



Gambar 13. Listplank

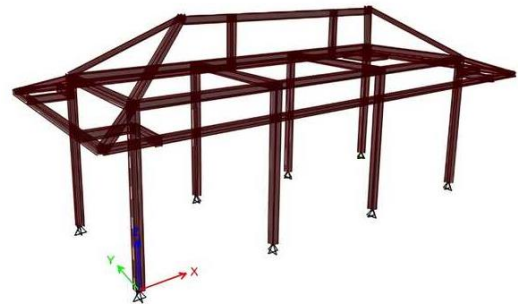
13. Penutup atap

Penutup atap merupakan komponen terluar dari rangka atap. Penutup atap berfungsi sebagai pelindung dari berbagai cuaca. Penutup atap yang digunakan berupa genteng tanah liat berjenis "Morando". Genteng ini berbobot 2,25 kg/bj. Pengaplikasian genteng ini terdapat 16 bj/m², sehingga berat genteng adalah 108 kg/m².

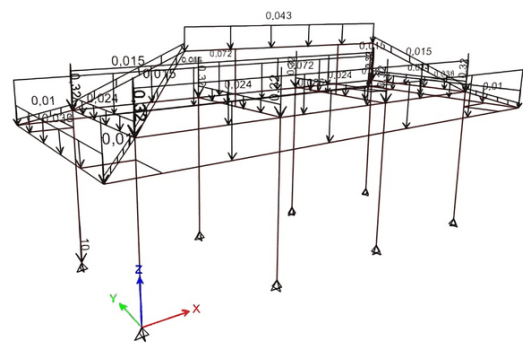


Gambar 14. Penutup Atap Genteng

B. Distribusi Beban Pada Limasan



Gambar 15. Model Rekonstruksi Etabs



Gambar 16. Model Pembebanan Kombinasi

IV. PEMBAHASAN

A. Beban struktur

Menurut pedoman perencanaan pembebanan untuk rumah dan gedung (PPURG) 1987, pengertian beban – beban tersebut sebagai berikut :

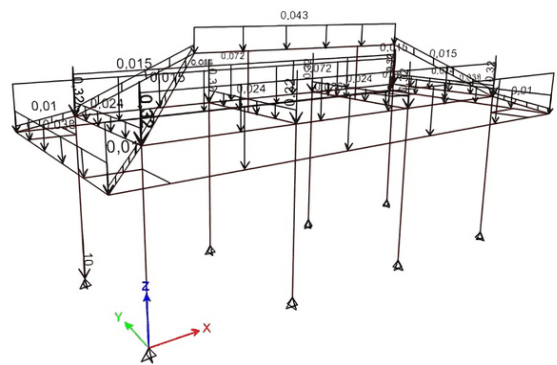
- a. Beban mati adalah berat semua bagian dari suatu bangunan yang bersifat tetap, termasuk segala unsur tambahan, penyelesaian – penyelesaian, mesin – mesin atau peralatan tetap

yang merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari bangunan tersebut.

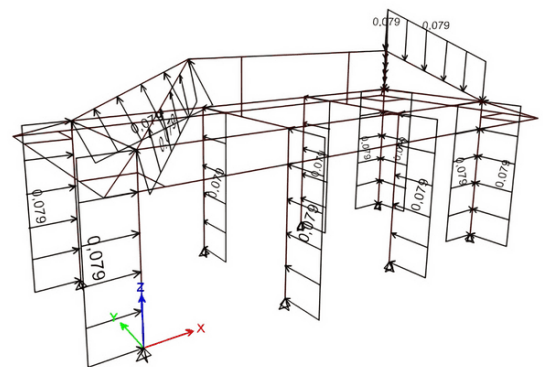
- b. Beban hidup adalah semua beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan suatu bangunan, dan kedalamannya termasuk beban – beban pada lantai yang berasal dari barang – barang yang dapat berpindah, serta peralatan yang tidak merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari bangunan dan dapat diganti selama masa hidup dari bangunan itu, sehingga mengakibatkan perubahan dalam pembebanan lantai dan atap tersebut. Jenis beban hidup yang ada pada bangunan meliputi manusia, furniture, kendaraan, angin, gempa, hujan, dan gerakan yang terjadi seperti ledakan.
- c. Beban dinamis adalah beban yang bekerja secara tiba – tiba pada struktur, pada umumnya tidak bersifat *steady – state* dan mempunyai karakteristik besar dan lokasinya berubah dengan cepat. Deformasi yang timbul akibat beban berubah – ubah dengan cepat dan dapat menimbulkan terjadinya osilasi pada struktur sehingga deformasi maksimum tidak terjadi secara bersamaan dengan terjadinya gaya maksimum. Beban dinamis terbagi menjadi:

Beban angin adalah semua beban yang bekerja pada bangunan atau bagian bangunan yang disebabkan oleh selisih dalam tekanan udara. Beban angin diperhitungkan karena angin besar dapat menekan bangunan dan mempengaruhi kekuatannya. Sebagai akibatnya, energi kinetik angin akan berubah bentuk menjadi energi potensial yang berupa tekanan atau isapan pada struktur. Besar isapan yang diakibatkan oleh angin pada suatu titik bergantung pada kecepatan angin, rapat massa udara, lokasi yang ditinjau pada stuktur, perilaku permukaan stuktur, bentuk geometris, dimensi dan orientasi struktur dan kelakuan keseluruhan struktur.

Beban gempa adalah semua beban *static ekuivalen* yang bekerja pada bangunan atau bagian bangunan yang menirukan pengaruh dari pergerakan tanah akibat gempa tersebut. Pengaruh gempa pada stuktur ditentukan berdasarkan analisa dinamik, maka diartikan dalam beban gempa yaitu gaya – gaya di dalam stuktur tersebut yang terjadi oleh tanah akibat gempa. Gaya inersia tergantung dari kekakuan struktur, distribusi massa, kekakuan tanah, dan perilaku dan besar getaran.



Gambar 17. Beban Mati



Gambar 18. Beban Angin

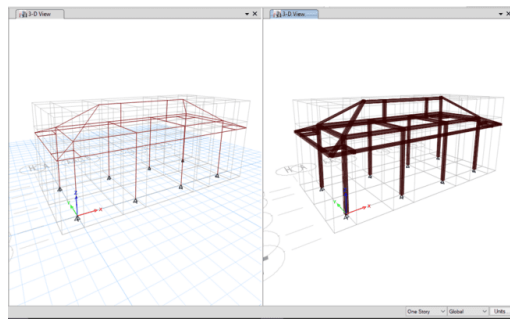
B. Analisa Struktur Eksisting

Hasil kajian secara langsung dengan mengumpulkan informasi tentang struktur dapat dilihat pada gambar 15-18, dengan data-data sebagai berikut:

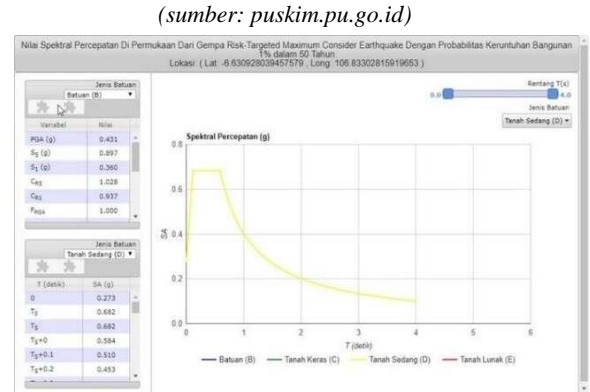
Fungsi bangunan	=	Bangunan Rumah
Jumlah Lantai	=	1 Lantai
Soko Guru	=	12/12 cm
Blandar Pengapit	=	12/12 cm
Blandar Pamanjang	=	12/12 cm
Ander	=	8/12 cm
Kecer/Jurai	=	8/12 cm
Pondasi	=	Umpak

1. Analisa tahap 1

Berdasarkan data eksisting yang didapat kemudian dilakukan dengan pemodelan dengan menggunakan *Software Etabs 2016.v16.2.1*



Gambar 18. Beban Angin
(Sumber: Etabs V9.5.0)



Gambar 20. Kurva Spektrum Gempa Rencana
(sumber: puskim.pu.go.id)

Beban Mati dan Beban Hidup

Analisa dilakukan dengan memasukkan data pembebanan, beban mati maupun beban hidup yang bekerja pada struktur bangunan dapat dilihat pada tabel 2 – 3.

Tabel 2. Beban Mati

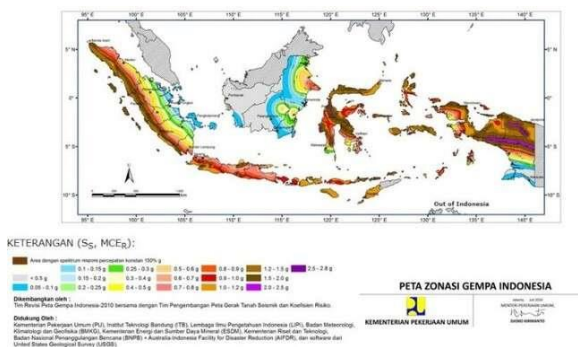
Beban Mati	Berat (kg/m ³)
Beban Kayu	414,192
Beban Genteng	2160
Struktur	2574,192

Tabel 3. Beban Mati

Beban Hidup	Berat (kg/m ³)
Beban Angin	78,52

Beban Gempa

Besar beban gempa ditentukan oleh percepatan gempa rencana dan massa total struktur. Massa total struktur terdiri dari berat elemen struktur, beban mati dan beban hidup yang dikalikan faktor reduksi 0,8. Percepatan gempa diambil dari data zona 4 peta wilayah gempa (SNI 03-1726-2012) ditunjukkan pada Gambar 20, kurva *spectrum* gempa rencana yang diambil sesuai dengan lokasi penelitian ditunjukkan pada Gambar 19.



Gambar 19. Peta Zonasi Gempa

Kombinasi Pembebanan

Kuat perlu adalah kekuata minimum struktur yang diperlukan agar dapat menahan kombinasi beban mati, beban hidup dan beban gempa. Kuat harus dihitung dengan ketentuan persamaan sebagai berikut:

Tabel 4. Beban Mati

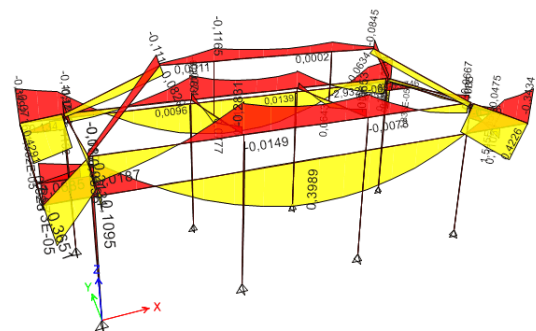
Kombinasi Dasar SNI 1727:2013
1,4D
1,2D + 1,6L + 0,5 (L, atau S atau R)
1,2D + 1,6 (L, atau S atau R) + (L atau 0,5W)
1,2D + 1,0W + L + 0,5 (L, atau S atau R)

Dengan :

- D = beban mati
- L = beban hidup
- S = beban salju
- R = beban hujan
- W = beban angin

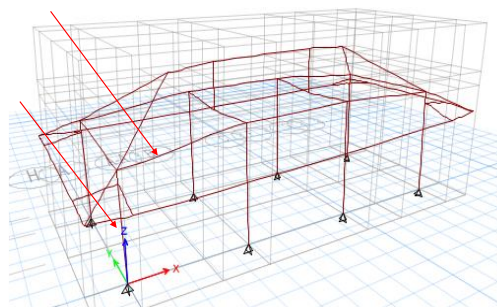
2. Analisa tahap 2

Pembebanan pada struktur rangka kayu dengan beban mati, beban hidup dan beban gempa telah di rencanakan limasan dengan Software *Etabs 2016.v16.2.1*. Rencana beban run analysis dengan hasil analisis dilihat pada Gambar 21 berikut ini.



Gambar 21. Hasil Analisis Momen

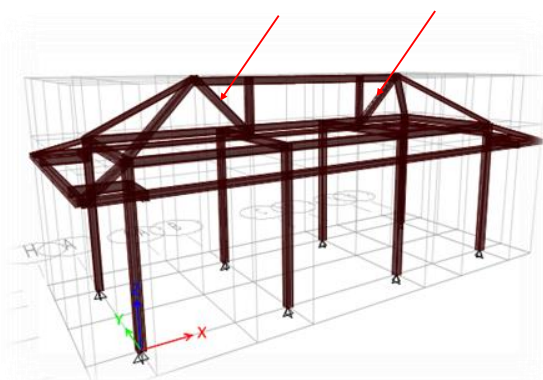
Hasil analisis struktur kayu dengan kombinasi pembebanan yang telah ditetapkan dilihat pada Gambar 21. Tampak bahwa ada elemen 2 blandar pamanjang dan 4 soko guru yang mengalami *over strenght* (O/S) yang ditandai dengan panah warna merah. Elemen struktur yang didapat dari kombinasi pembebanan Tabel 4 berupa faktor beban mati, beban hidup, dan beban gempa.



Gambar 21. Hasil Analisa Struktur

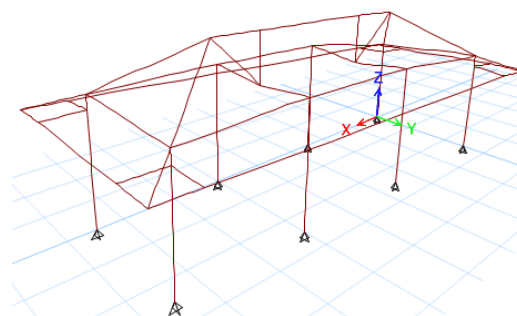
3. Analisa Tahap 3

Setelah didapatkan hasil analisis tahap 1 dan tahap 2, maka diperlukan penambahan perkuatan, untuk mengetahui metode perbaikan yang paling efektif dari segi keamanan, biaya dan pelaksanaan pekerjaan, maka dilakukan penambahan struktur kayu pada bagian pertemuan suwunan dengan kecer/jurai dan pada pertemuan blandar pengapit dengan ander. Pada nagian ini di tambahkan struktur kayu balok sokong di dua sisi pertemuan struktur.

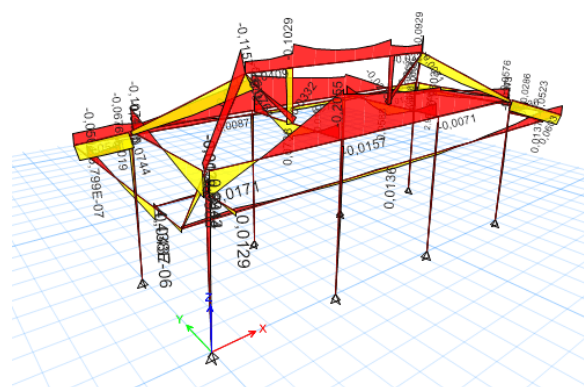


Gambar 22. Model Rekonstruksi Tambahan Etabs

Dengan menambahkan balok sokong makan pembebanan pada rangka atap akan terbagi merata dengan soko guru yang ada di sisi tengah dengan jumlah 4 pilar. Hasil pembebanan rencana tambahan dengan menggunakan Software *Etabs 2016.v16.2.1*. ditunjukkan pada Gambar 23 berikut ini:



Gambar 23. Hasil Analisa Struktur Tambahan



Gambar 24. Hasil Analisa Momen Tambahan

V. KESIMPULAN

Dari hasil analisis yang dilakukan menggunakan *software Etabs 2016.v16.2.1*. di dapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Struktur bangunan tradisional limasan eksisting tidak dapat menahan kombinasi pembebanan yang telah ditetapkan bahwa ada elemen 2 blandar pamanjang dan 4 soko guru yang mengalami *over strenght* (O/S) yang ditandai dengan panah warna merah.
2. Analisa perkuatan dilakukan dengan metode perbaikan dengan menambahkan balok sokong pada sambungan atap ander dengan suwunan.
3. Dengan menambahkan balok sokong makan distribusi pembeban akan terbagi merata pada setiap struktur blandar dan soko guru.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pamong budaya. 2021. Mengenal Bangunan Berarsitektur Tradisional Jawa. Jenis Bangunan Menurut Bentuknya : Tajug, Joglo, Limas3an dan Kampung. Daerah Istimewa Yogyakarta : Dinas Kebudayaan (Kundha Kabudayan) Daerah Istimewa Yogyakarta.
- [2] Risdiyanto Fajar. 2020. Ditetapkan Jadi Bangunan Cagar Budaya, Rumah Limasan Ini Ada Sejak Zaman Penjajahan Belanda. Karangmojo : kompass.com.
- [3] Pamong budaya. 2021. Mengenal Bangunan Berarsitektur Tradisional Jawa : Bangunan Limasan Daerah Istimewa Yogyakarta : Dinas Kebudayaan (Kundha Kabudayan) Daerah Istimewa Yogyakarta.
- [4] Anonim. 2013. Spesifikasi Desain Untuk Konstruksi Kayu (SNI 7973-2013). Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- [5] Anonim. 2020. Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain.
- [6] Zhao dan Li. 2022. The influence of multi/high-rise building on the surface wind load of low-rise building. China: Alexandria University.