

ISSN : 2598-3814 (Online), ISSN : 1410-4520 (Cetak)

PENGARUH TIANG *BRACING* PADA STRUKTUR RUMAH TRADISIONAL NIAS SELATAN

Dian Taviana¹⁾, Ronal H.T Simbolon²⁾

¹⁾Loka Teknologi Permukiman Medan - Puslitbang Perumahan dan Permukiman

²⁾Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Sumatera Utara
diantaviana@gmail.com

Abstrak

Rumah tradisi yang ada di Indonesia dibangun dengan cara adat dan selalu beradaptasi dengan kondisi alam serta lingkungannya. Kondisi geografis yang berbeda menghasilkan rumah yang terbangun akan memiliki struktur konstruksi yang berbeda. Demikian halnya dengan rumah tradisional Nias Selatan, secara geografis Pulau Nias berada dekat dengan patahan gempa indo-australia dan eurasia. Terbukti dengan banyaknya tiang bracing pada rumah tradisional Nias Selatan, adalah hasil karya dari pengalaman masyarakatnya dalam menghadapi bencana gempa. Tujuan penelitian untuk melakukan pengkajian struktur bawah rumah tradisional Nias Selatan, dengan mengidentifikasi pengaruh tiang bracing melalui pengukuran geometrik rumah dan analisa struktur dengan metode numerik menggunakan perangkat lunak, sehingga diperoleh gambaran strukturbangunannya. Hasilnya adalah analisa struktur dengan dan tanpa bracing menggunakan metode numerik struktur rumah tradisional Nias Selatan yang dapat menjadi acuan atau sumber data pada penelitian selanjutnya, khususnya perilaku sistem struktur bangunan tradisional dalam stabilitasnya terhadap beban gempa.

Kata-Kata Kunci : *Struktur Bawah, Tiang Bracing, Rumah Tradisional*

I. Pendahuluan

Pulau Sumatera merupakan salah satu daerah rawan gempa di Indonesia karena terdapatnya pertemuan dua lem pengan benua yaitu lempeng Eurasia dan lempeng Indo-Australia selain itu ada juga patahan yang membagi dua pulau Sumatera sepanjang bukit barisan yang terkenal dengan patahan semangko (sesar semangko).

Kabupaten Nias Selatan di Pulau Nias Propinsi Sumatera Utara merupakan suku yang masih banyak memiliki rumah tradisional yang sangat unik dan artistik. Rumah tradisional yang terbuat dari kayu dan mempunyai karakteristik, selain menampilkan bentuk arsitektur yang menarik juga memiliki kekuatan struktur yang sudah teruji oleh bencana alam yang terjadi. Rumah tradisional ini memiliki sistem struktur sederhana yang hanya menggunakan sambungan pasak, telah banyak dilupakan oleh masyarakatnya sendiri. Bahkan sudah terbukti teknologi sederhana yang digunakan untuk membangun, mampu membuat rumah tradisional tersebut bertahan ratusan tahun. Meskipun secara geografi letaknya berada dekat dengan patahan gempa pulau Sumatera.

Pembebanan untuk rumah dan gedung berdasarkan *Pedoman Perencanaan Tahun 1989* dan SNI-03-1727-1989F menyebutkan bahwa beban yang diterima oleh bangunan terdiri dari beban mati, beban hidup, beban angin, beban gempa dan beban khusus. Untuk analisa pembebanan struktur yang akan dihitung pada penelitian ini yaitu beban kerja (beban hidup dan beban mati) serta beban lateral (beban gempa).

Permasalahannya adalah bagaimanakah sistem struktur bangunan khususnya tiang *bracing* rumah tradisional Nias Selatan. Tujuan penelitian ini dilakukan untuk mengkaji struktur tiang *bracing* rumah tradisional Nias Selatan dengan

membuat model simulasi. Objek penelitian adalah rumah tradisional Nias Selatan yang dipilih karena di daerah ini masih banyak ditemukan perkampungan tradisional dan rumah tradisional yang masih utuh dan sampai sekarang masih dihuni.

II. Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dengan pengukuran bangunan rumah tradisional Nias Selatan menggunakan metode eksperimental berupa pengujian bahan bangunan eksisting dan analisis struktur secara numerik menggunakan perangkat lunak SAP2000. Hasil analisa dari penelitian ini mencakup parameter-parameter bangunan tradisional yang dikaji seperti kekakuan, kekuatan dan stabilitas bangunan terhadap beban yang terjadi baik beban hidup, beban mati dan beban gempa.

Pembebanan struktur pada masing-masing model adalah sebagai berikut:

- a. Berat sendiri struktur
Beban berat sendiri struktur yang terjadi didefinisikan secara *automatic* oleh SAP 2000 dengan mengaktifkan *feature self weight multiplier*. Berat sendiri struktur sangat dipengaruhi oleh berat jenis kayu dan dimensi penampang elemen struktur yang digunakan.
- b. Beban hidup struktur
Pendefinisian beban hidup struktur diperlukan untuk model struktur yang bertingkat dengan mengambil asumsi pembebanan berdasarkan ketentuan Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG) tahun 1983.
- c. Beban gempa
Beban gempa yang digunakan adalah analisa *time history* dengan percepatan tanah akibat gempa *El Centro North-South Component*, 18 Mei 1940, yang merupakan catatan yang bisa dibilang

universal digunakan didunia, karena data gempa yang tercatat di Nias Selatan tidak terekam sepenuhnya.

Analisis struktur secara numerik menggunakan perangkat lunak SAP2000.

Beberapa tahapan yang dilakukan dalam tahapan analisisnya adalah:

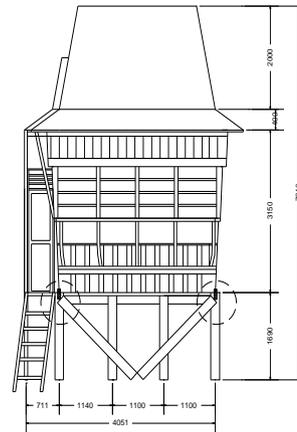
- Penentuan jenis kayu yang digunakan diperoleh dengan memasukkan MoE kayu yang digunakan berdasarkan berat jenis kayu tersebut.
- Dimensi elemen struktur bangunan disesuaikan dengan kondisi eksisting pada model bangunan tradisional.
- Pemodelan portal struktur bangunan tradisional secara 3 Dimensi pada SAP 2000. Pemodelan 3D perlu dilakukan untuk mendapatkan perilaku pembebanan yang riil pada proses analisis. Pada tahapan ini juga dilakukan penentuan dimensi elemen struktur yang digunakan (balok, kolom dan rangka atap).
- Pendefinisian geometri struktur dan pembebanan yang bekerja. Pada tahap ini juga dilakukan pendefinisian terhadap karakteristik struktur yang ditinjau.
- Analisis 3D model struktur. Setelah proses running selesai, diperoleh reaksi struktur terhadap beban yang terjadi. Reaksi yang terjadi dapat dilihat melalui gaya-gaya dalam yang terjadi, deformasi struktur yang terjadi dan periode struktur.

III. Hasil dan Pembahasan

Bangunan tradisional Nias Selatan yang dijadikan objek penelitian berada di Desa Orahili Fao, Kabupaten Nias Selatan di Pulau Nias adalah salah satu bangunan yang masih ada di beberapa perkampungan tradisional di Kabupaten Nias Selatan.



Gambar 1. Rumah Tradisional Nias Selatan



Gambar 2. Gambar Potongan

Data Material Properties

Hasil pengujian material properties tidak dilakukan tetapi dengan mengasumsikan kayu yang digunakan pada rumah tersebut sesuai dengan informasi yang diperoleh dari masyarakat sekitar. Adapun material properties dari kayu yang digunakan adalah sebagai berikut:

- Untuk elemen portal yaitu balok dan kolom serta bracing adalah kayu mutu A dengan kelas kuat I. Sesuai dengan RSNI T-02-2003 Tata Cara Perencanaan Konstruksi Kayu Indonesia material properties adalah sebagai berikut :
 - Berat Jenis > 0,9 kN/m³ ~ 1 x 10⁻³ kg/cm³
 - Kuat Lentur Mutlak: > 1100 kg/cm²
 - Kuat Tekan Mutlak: > 650 kg/cm²
 - Modulus Elastisitas: 1,25 x 10⁵ kg/cm²
 - Tegangan Lentur Sejajar Serat ($\sigma_{l//}$) : 150 kg/cm²
 - Tegangan Tekan dan Tarik ($\sigma_{tk//}$; $\sigma_{tr//}$) : 130 kg/cm²
 - Tegangan Tegak Lurus Serat ($\sigma_{tk\perp}$) : 40 kg/cm²
 - Tegangan Geser Sejajar Serat ($\tau_{tk\perp}$) : 20 kg/cm²
- Untuk elemen lantai dan dinding adalah kayu mutu A dengan kelas kuat II. Sesuai dengan RSNI T-02-2003 Tata Cara Perencanaan Konstruksi Kayu Indonesia material properties adalah sebagai berikut :
 - Berat Jenis
 - : 0,9–0,6 kN/m³ ~ 1-0,6 x 10⁻³ kg/cm³
 - Kuat Lentur Mutlak
 - : 1100 - 725 kg/cm²
 - Kuat Tekan Mutlak
 - : 650 – 425 kg/cm²
 - Modulus Elastisitas : 1,00 x 10⁵ kg/cm²
 - Tegangan Lentur Sejajar Serat ($\sigma_{l//}$): 100 kg/cm²
 - Tegangan Tekan dan Tarik ($\sigma_{tk//}$; $\sigma_{tr//}$): 85 kg/cm²
 - Tegangan Tegak Lurus Serat ($\sigma_{tk\perp}$): 25 kg/cm²
 - Tegangan Geser Sejajar Serat ($\tau_{tk\perp}$): 12 kg/cm²

- Untuk elemen atap, diasumsikan sama dengan atap sirap. Penutup atap sirap dengan reng dan kaso per m² bidang atap = 40 kg/m² (SKBI-1.3.53.1987).

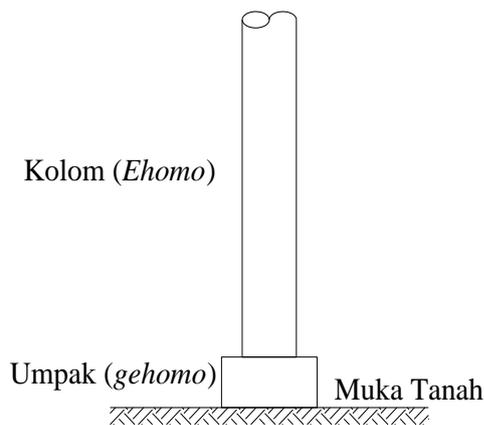
Modelisasi Sistem Struktur

Model Sistem Struktur Portal

Geometri dari Rumah *Omo Sebua* dimodelkan dengan elemen portal tiga dimensi untuk balok dan kolom sedangkan untuk tiang miring/bracing dimodelkan sebagai batang pendel.

Model Sistem Pondasi

Pondasi Rumah *Omo Sebua* adalah berupa sistem *umpak*. Kolom kayu (*ehomo*) diletakkan di atas batu (*gehomo*), dimana tiang kayu diletakkan begitu saja di atas batu lempeng dan batu juga diletakkan begitu saja di atas tanah sehingga gaya yang bekerja pada pondasi *umpak* adalah gaya gesek batu dengan kayu ($\mu = 0,4$) dan gaya gesek batu dengan tanah ($\mu = 0,7$).



Gambar 3. Sistem Pondasi Rumah *Omo Sebua*

Gaya gesek ini dipengaruhi oleh koefisien gesek antar dua material berbeda dan gaya vertikal tegak lurus terhadap arah gaya gesek bekerja (berat bangunan). Pemodelan *umpak* dilakukan dengan menggunakan link elemen berupa *Multilinier Elastic Kinematik*. Model friksi coulomb dan hubungan antara gaya gesek dan perpindahannya (*U*). Untuk pemodelan gesekan antara batu dengan tanah tidak dilakukan karena nilai koefisien gesekan 0,7. Karena koefisien gesekan antara 0,5 sampai dengan 0,7 relatif tidak berpengaruh pada respon struktur.

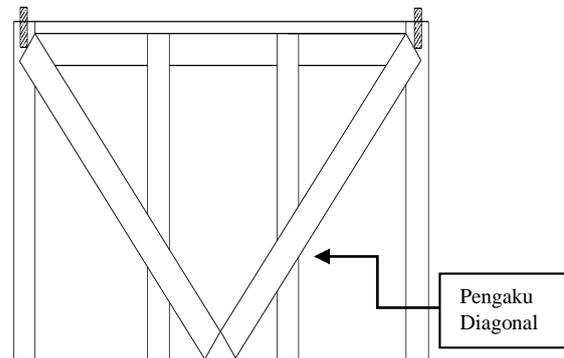
Model Sistem Sambungan

Sambungan dimodelkan sebagai reduksi dari kapasitas penampang sesuai gaya yang tereduksi akibat hilangnya inersia penampang. Nilai yang tereduksi adalah momen₂₂ (arah Y), momen₃₃ (arah X), Geser₂₂ (arah Y), Geser₃₃ (arah X) dan torsi.

Model Sistem Struktur Pengaku

Untuk Rumah *Omo Sebua* sistem pengaku menggunakan pengaku diagonal, berupa balok-balok

besar. Pengaku jenis ini dimodelkan sebagai batang pendel yang hanya dapat menahan gaya aksial tekan.



Gambar 4. Sistem Pengaku Rumah *Omo Sebua*

Data Pembebanan

Beban-beban yang digunakan pada proses analisis adalah beban mati dan gempa. Kombinasi pembebanan berdasarkan RSNI T-02-2003 Tata Cara Perencanaan Konstruksi Kayu, pasal 6.2.2 dengan kombinasi sebagai berikut:

- 1,2 D + 0,5 LL ± 1,0 E
- 0,9 DL ± 1,0 E

Beban Mati

Beban mati terdiri dari berat sendiri bangunan yang terdiri dari berat kolom, balok, bracing, pelat lantai, dinding dan atap. Untuk berat kolom, balok dan bracing sudah dihitung secara otomatis oleh program. Untuk berat lantai, dinding dan atap.

Beban Hidup

Beban hidup tergantung pada luasan suatu bangunan. Berdasarkan peraturan diambil beban hidup sebesar 250 kg/m².

Beban Gempa

Beban gempa diambil menggunakan analisa *time history* dengan percepatan tanah akibat gempa *El Centro North-South Component, 18 Mei 1940*. Gempa ini merupakan catatan yang universal digunakan di dunia. Dalam tulisan ini percepatan tanah puncak diskalakan pada 0,3 g ($\mu = 0,3$ g) dengan durasi 30 detik. Percepatan tanah ini diberikan pada arah melintang dan memanjang bangunan.

Karakteristik Dinamik Struktur Rumah *Omo Sebua*

Untuk mengetahui karakteristik dinamik dari struktur, dilakukan analisa mode shape, sehingga diperoleh nilai periode getar alami. Periode yang dianalisa sampai pada periode ke 6. Parameter ini mewakili karakteristik dinamik rumah. Diperoleh nilai periode alami utama seperti pada tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Periode Getar Alami Utama Rumah Omo Sebua

NO	NAMA PERIODE	NILAI PERIODE (detik)	KETERANGAN
1	T1	0.1189	Berdeformasi ke Arah Melintang
2	T2	0.3049	Berdeformasi ke Arah Melintang
3	T3	0.2334	Berdeformasi ke Arah Melintang
4	T4	0.2257	Struktur Bagian Atap Berdeformasi Secara Lokal
5	T5	0.2147	Berdeformasi ke Arah Memanjang
6	T6	0.2139	Berdeformasi ke Arah Memanjang

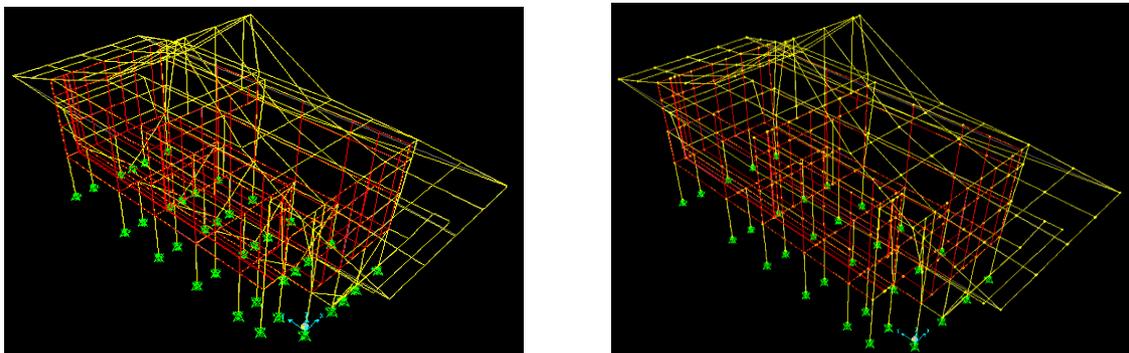
Sumber : Hasil Penelitian Tahun 2012

Tabel 2 dan 3. Tegangan Elemen struktur Omo Sebua Akibat Gempa Non Linier

Tegangan Elemen Struktur Omo Sebua dengan Bracing Akibat Gempa Non Linier																
NO	ELEMEN	Dimensi			NAMA	P (kg)	A (cm ²)	σu = P/A (kg/cm ²)	my (kg.cm)	ly (cm ⁴)	Y (cm)	Mmy = (mx.y)/ly (kg/cm2)	mx (kg.cm)	IX (cm ⁴)	X (cm)	Mmx = (my.X)/IX (kg/cm2)
		d (cm)	b (cm)	h (cm)												
1	Pengaku Diagonal	20.00	-	-	Driwa	860.00	314.00	2.74	-	7,850.00	10.00	-	-	7,850.00	10.00	-
2	Kolom	18.00	-	-	Enomo	110.00	254.34	0.43	1.50	5,150.39	9.00	0.01	8.00	5,150.39	9.00	0.00
3	Balok Melintang	-	6.00	16.00	Ulu	20.00	96.00	0.21	1.10	288.00	8.00	0.14	5.00	2,048.00	3.00	0.00
4	Balok Memanjang	-	6.00	20.00	Ulu	30.00	120.00	0.25	2.30	360.00	10.00	0.17	6.00	4,000.00	3.00	0.01
5	Atap	-	5.00	7.00	Sago	270.00	35.00	7.71	1.40	72.92	3.50	0.29	6.00	142.92	2.50	0.03
6	Kolom Dinding	10.00	-	-	Dane-Dane	2.00	78.50	0.03	4.00	490.63	5.00	0.15	15.00	490.63	5.00	0.04
7	Balok Atas	-	6.00	12.00	Narefa	3.00	72.00	0.04	5.00	216.00	6.00	0.69	25.00	864.00	3.00	0.03

Tegangan Elemen Struktur Omo Sebua Tanpa Bracing Akibat Gempa Non Linier																
NO	ELEMEN	Dimensi			NAMA	P (kg)	A (cm ²)	σu = P/A (kg/cm ²)	my (kg.cm)	ly (cm ⁴)	Y (cm)	Mmy = (mx.y)/ly (kg/cm2)	mx (kg.cm)	IX (cm ⁴)	X (cm)	Mmx = (my.X)/IX (kg/cm2)
		d (cm)	b (cm)	h (cm)												
1	Pengaku Diagonal	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2	Kolom	18.00	-	-	Enomo	690.00	254.34	2.71	157.00	5,150.39	9.00	0.39	225.00	5,150.39	9.00	0.27
3	Balok Melintang	-	6.00	16.00	Ulu	640.00	96.00	6.67	57.00	288.00	8.00	2.08	75.00	2,048.00	3.00	0.22
4	Balok Memanjang	-	6.00	20.00	Ulu	700.00	120.00	5.83	69.00	360.00	10.00	2.47	89.00	4,000.00	3.00	0.17
5	Atap	-	5.00	7.00	Sago	69.00	35.00	1.97	25.00	72.92	3.50	1.92	40.00	142.92	2.50	0.61
6	Kolom Dinding	10.00	-	-	Dane-Dane	-	78.50	-	15.00	490.63	5.00	0.36	35.00	490.63	5.00	0.15
7	Balok Atas	-	6.00	12.00	Narefa	-	72.00	-	10.00	216.00	6.00	0.69	25.00	864.00	3.00	0.07

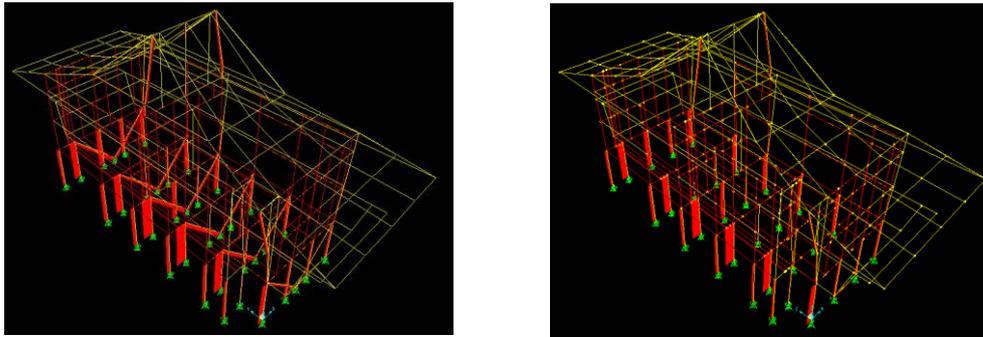
Sumber : Hasil Penelitian Tahun 2012



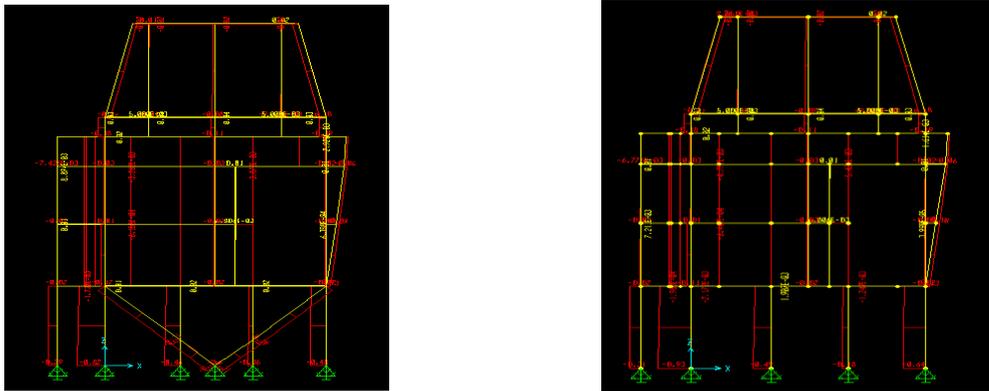
Gambar 5. Deformasi dengan Bracing (kiri) dan tanpa Bracing (kanan)

Model Struktur pada Program SAP-2000 akibat Beban Gempa Respon Spectra

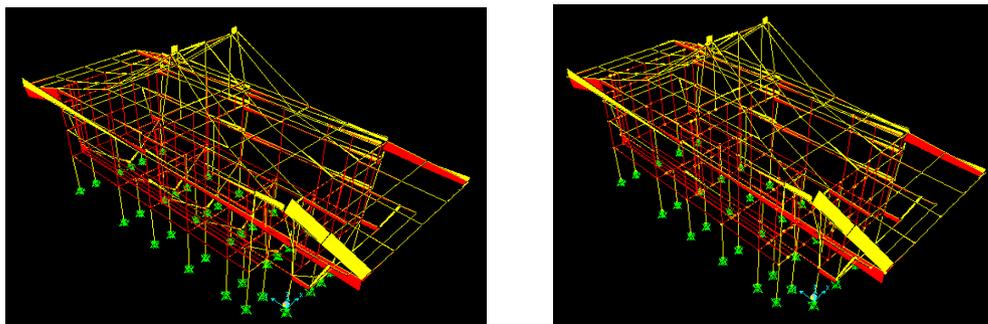
Sumber : Hasil Penelitian Tahun 2012



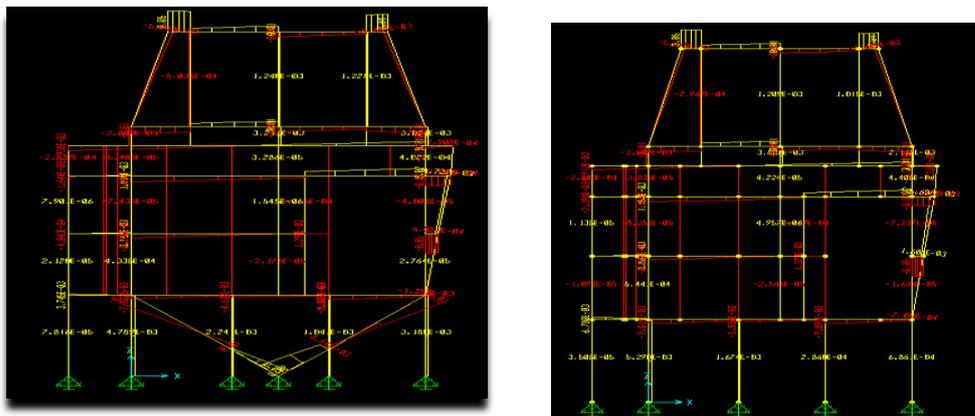
Gambar 6. Diagram Aksial dengan Bracing (kiri) dan tanpa Bracing (kanan)
Sumber : Hasil Penelitian Tahun 2012



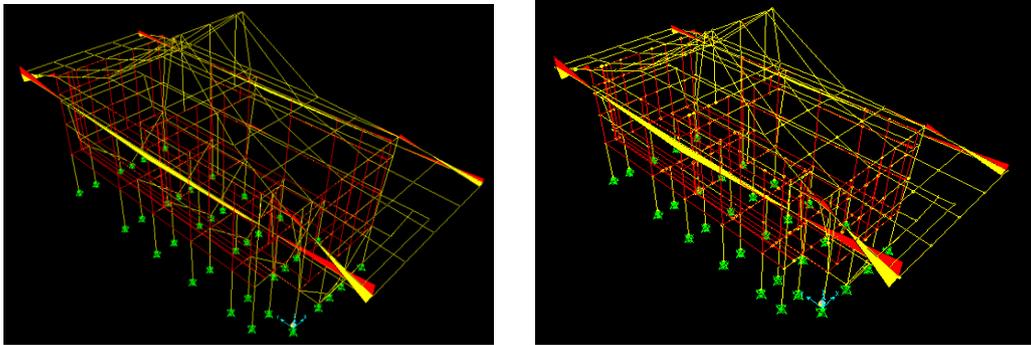
Gambar 7. Nilai Gaya Aksial Struktur dengan Bracing (kiri) dan tanpa Bracing (kanan)
Sumber : Hasil Penelitian Tahun 2012



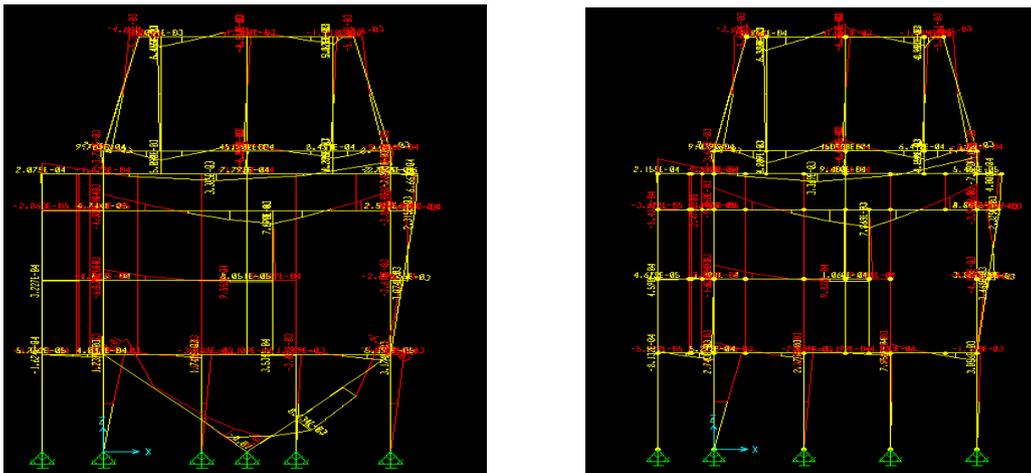
Gambar 8. Diagram Geser dengan Bracing (kiri) dan tanpa Bracing (kanan)
Sumber : Hasil Penelitian Tahun 2012



Gambar 9. Nilai Gaya Geser Struktur dengan Bracing (kiri) dan tanpa Bracing (kanan)
Sumber : Hasil Penelitian Tahun 2012



Gambar 10. Diagram Momendengan Bracing (kiri) dan tanpa Bracing (kanan)
 Sumber : Hasil Penelitian Tahun 2012



Gambar 11. Nilai MomenStruktur dengan Bracing (kiri) dan tanpa Bracing (kanan)
 Sumber : Hasil Penelitian Tahun 2012

Tabel 4. Perbandingan tegangan elemen struktur *Omo dengan bracing VS tanpa bracing* Akibat GempaNon Linier
 Perbandingan Tegangan Elemen Struktur Omo Sebeua Dengan Bracing VS Tanpa Bracing Akibat Gempa Non Linier

NO	ELEMEN	DENGAN BRACING			TANPA BRACING			Persentase	Persentase	Persentase
		$\sigma_u = P/A$ (kg/cm ²)	$M_{my} = (m \cdot x \cdot y) / IY$ (kg/cm ²)	$M_{mx} = (m \cdot y \cdot X) / IX$ (kg/cm ²)	$\sigma_u = P/A$ (kg/cm ²)	$M_{my} = (m \cdot x \cdot y) / IY$ (kg/cm ²)	$M_{mx} = (m \cdot y \cdot X) / IX$ (kg/cm ²)	$\sigma_u = P/A$ (%)	$M_{my} = (m \cdot x \cdot y) / IY$ (%)	$M_{mx} = (m \cdot y \cdot X) / IX$ (%)
1	Pengaku Diagonal	2.74	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Kolom	0.43	0.01	0.00	2.71	0.39	0.27	15.94	3.56	0.96
3	Balok Melintang	0.21	0.14	0.01	6.67	2.08	0.22	3.13	6.67	2.58
4	Balok Memanjang	0.25	0.17	0.01	5.83	2.47	0.17	4.29	6.74	3.33
5	Atap	7.71	0.29	0.03	1.97	1.92	0.61	391.30	15.00	5.60
6	Kolom Dinding	0.03	0.15	0.04	-	0.36	0.15	-	42.86	26.67
7	Balok Atas	0.04	0.69	0.03	-	0.69	0.07	-	100.00	50.00

Sumber : Hasil Penelitian Tahun 2012

Saat ini teknologi sistem struktur *bracing* pada rumah tradisional Nias Selatan, telah berkembang menggunakan baja yang disebut dengan Sistem Struktur Baja CBF (*Centrically Braced Frame*) seperti gambar berikut. Sistem rangka berpenopang konsentris menggunakan baja, mempunyai kemampuan struktur untuk menahan energi gempa melalui tekuk pada *bracing*.



Gambar 12. Sistem Struktur Baja Tahan Gempa CBF
 Sumber: Bahan Presentasi Program Studi Magister Tek.Sipil USU

IV. Kesimpulan

Hasil Simulasi menunjukkan bahwa :

- a. Gaya-gaya dalam (momen, lintang dan normal) yang terjadi pada tiang tiang di atas pondasi (umpak) jauh lebih besar pada tiang tiang tanpa bracing dibandingkan dengan tiang tiang yang memiliki bracing.
- b. Gaya aksial yang terjadi untuk struktur tanpa bracing dipikul langsung oleh tiang-tiang di ataspondasi (umpak) tetapi struktur dengan bracing, gaya aksial yang terjadi dipikul oleh bracing sehingga tiang tiang lebih kuat dan stabil.
- c. Bracing dapat mereduksi gaya geser dan momen yang terjadi pada tiang-tiang di atas pondasi (umpak).
- d. Struktur atap rumah dengan bracing memiliki deformasi yang lebih kecil dibandingkan dengan struktur atap rumah tanpa bracing.
- e. Kontrol seismik terdapat pada sistem berat sendiri, sistem sambungan, sistem pondasi umpak dan sistem struktur pengaku. Salah satu faktor yang dapat mengontrol respon seismik bangunan secara signifikan adalah pengaku diagonal (*bracing*), karena dapat meningkatkan nilai kekakuan struktur.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Puslitbang Perumahan dan Permukiman Kementerian PUPR dan Loka Teknologi Permukiman Medan yang telah memberi kesempatan dan dukungan untuk melaksanakan penelitian sekaligus menyelesaikan tulisan ini.

Daftar Pustaka

- [1] Lumantarna, B., Lukito, M. 1997, *RESMAT Sebuah Program Interaktif untuk Menghasilkan Riwayat Waktu Gempa dengan Spektrum Tertentu*, Proc. HAKI Conference 1997, 13-14 Agustus, Jakarta, Indonesia, pp. 128-135.
- [2] Lase, Y. 2005, *Kontrol Seismik pada Rumah Adat Nias*, Proc. HAKI conference, Jakarta, Indonesia, pp. 1-10.
- [3] Loka Teknologi Permukiman Medan, 2012, *Pengkajian Keandalan Struktur Rumah Tradisional Batak Toba dan Nias Selatan*, Laporan Akhir, Loka Teknologi Permukiman Medan.

