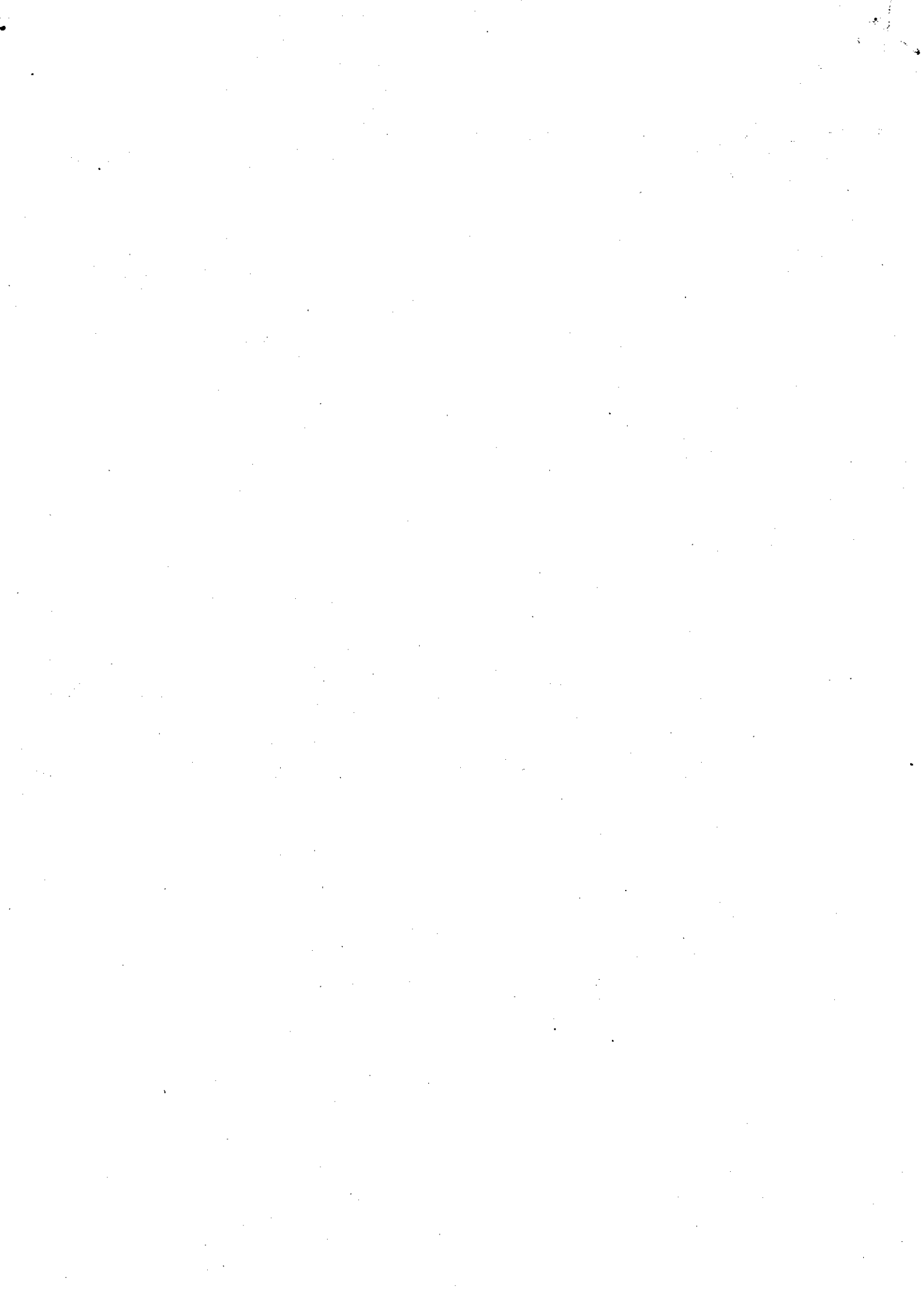


**DINDING GESER KAYU
PADA
BANGUNAN BERTINGKAT TAHAN GEMPA**

by
Johannes Adhijoso Tjondro

**JOINT UNPAR - ASCE SEMINAR
ON
THE STATE OF THE ART OF
CIVIL ENGINEERING PRACTICE
IN INDONESIA**

**Bandung, 18 May 1991
Parahyangan Catholic University**



DINDING GESER KAYU PADA BANGUNAN BERTINGKAT TAHAN GEMPA

Johannes Adhijoso Tjondro*

Dari potensi hutan alam yang ada di Indonesia terutama produksi kayu lapisnya harus didukung dengan berkembangnya riset dalam struktur bangunan kayu, terutama pada bangunan bertingkat. Bangunan bertingkat dengan dinding geser kayu merupakan sebuah alternatif baru dalam pemilihan macam struktur bangunan bertingkat tahan gempa di Indonesia. Perilaku dari dinding geser tunggal dan pengembangannya untuk bangunan bertingkat dari hasil riset yang telah dilakukan memberikan konsep dasar untuk pengembangannya di Indonesia.

1. Pendahuluan

Lahan yang makin sempit dan mahal menyebabkan bangunan bertingkat menjadi suatu pilihan selain material yang digunakan pada saat ini yang masih berkisar pada baja dan kayu. Perkembangan yang lambat dan sedikitnya minat pada pilihan material kayu menyebabkan penggunaannya hanya pada bangunan bertingkat rendah dan sebagai non-struktural elemen saja.

Sumber daya alam, potensi hutan yang ada di Indonesia merupakan suatu potensi yang terpendam untuk industri komponen-komponen bangunan kayu, diantaranya plywood dan sejenisnya. Kayu adalah bahan yang ringan, sehingga massa bangunan kayu pada umumnya lebih ringan dari bangunan baja atau beton, dari segi desain terhadap beban gempa hal ini cenderung menguntungkan karena menghasilkan gaya geser dasar yang cukup kecil. Bahan kayu mudah dalam pengangkutan dan pemasangannya di lapangan, dari segi waktu pelaksanaan termasuk cepat bila dibandingkan dengan material yang lain.

* Staf Pengajar Tetap Fakultas Teknik Jurusan Sipil UNPAR

Sayangnya material kayu belum membudaya, terutama pemakaiannya untuk bangunan-bangunan berbentuk besar atau bertingkat di Indonesia, harga pelaksanaannya cukup mahal karena komponen-komponennya sebagian besar masih dikerjakan dengan tenaga manusia dan sistim strukturnya tidak efisien, masih menggunakan sambungan-sambungan konvensional yang mahal biayanya.

Di Indonesia bangunan bertingkat dari kayu hampir tidak pernah dijumpai, selain untuk bangunan dua lantai. Untuk bangunan bertingkat yang lebih tinggi lagi, beban lateral menentukan dalam desain elemen struktur utamanya, yang pada umumnya strukturnya adalah rangka. Elemen-elemen berupa dinding yang biasanya terbuat dari plywood hanya sebagai dinding penutup saja, padahal sebenarnya mempunyai kekakuan dalam arah lateral untuk menahan beban-beban lateral angin atau gempa. Perkembangan yang terakhir di dunia menunjukkan bahwa panel-panel yang terbuat dari plywood atau sejenisnya tersebut sangat efektif dalam menahan beban lateral. Kemudian dikembangkan pula pada bangunan-bangunan bertingkat dengan dinding geser dari plywood atau sejenisnya.

Sebagai contoh pada gambar 1 dan 2, menunjukkan dua buah bangunan bertingkat yang seluruhnya terbuat dari kayu dengan kombinasi dinding geser kayu di Seattle dan Alaska.

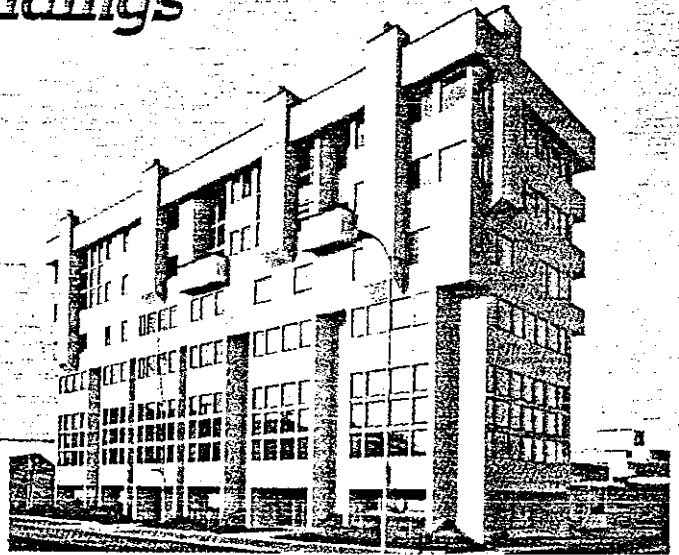
Multi-storey timber buildings – An update



Part of a huge development of three and four storey apartments in Seattle, under construction.

Multi-storey timber buildings

gambar 2

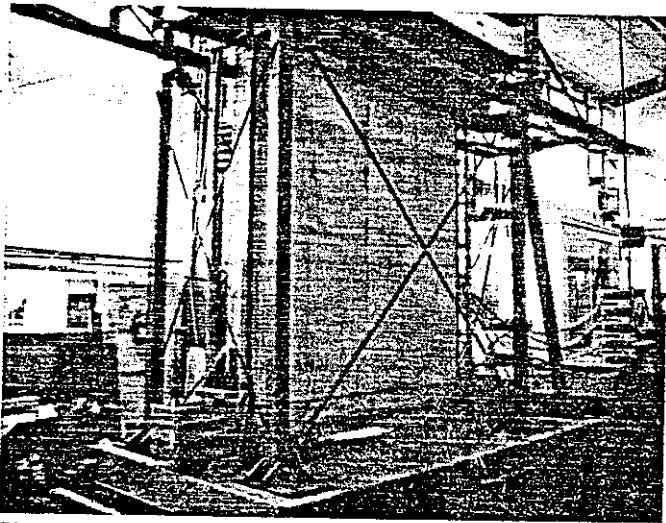


Seven storey office-residential building in Alaska, featured in the March 1987 issue of this Journal.

2. Perilaku dinding geser tunggal

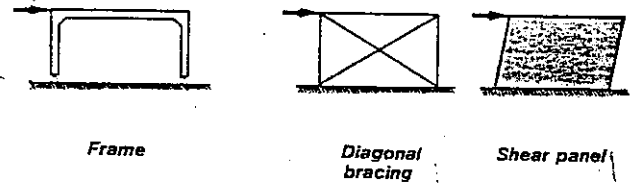
Dinding geser ini mula-mula dikembangkan untuk bangunan satu lantai diantaranya oleh Thurston dan Stewart. Test banyak dilakukan untuk dinding dari plywood yang dikombinasikan dengan rangka dari kayu (Gambar 3). Gambar 4, rangka yang lemah terhadap gaya lateral yang pada umumnya diperkuat dengan bracing mendapat tambahan kekakuan lateral dari panel plywood yang memberikan kontribusi yang besar, sifat dari beban gempa atau angin yang bolak-balik (reversed loading) menyebabkan konsep daktilitas sangat berguna jika dikembangkan untuk beban-beban tersebut. Sesuai dengan konsep equal displacement atau equal energy, level beban untuk desain elastis diturunkan pada tingkat daktilitas tertentu.

Daktilitas dari dinding geser kayu ini diperoleh dengan kemampuannya untuk mengalami simpangan inelastis, yang dicapai dengan kelelahan alat penyambungannya yang berupa paku dengan memberikan batasan tidak terjadinya 'brittle failure'.



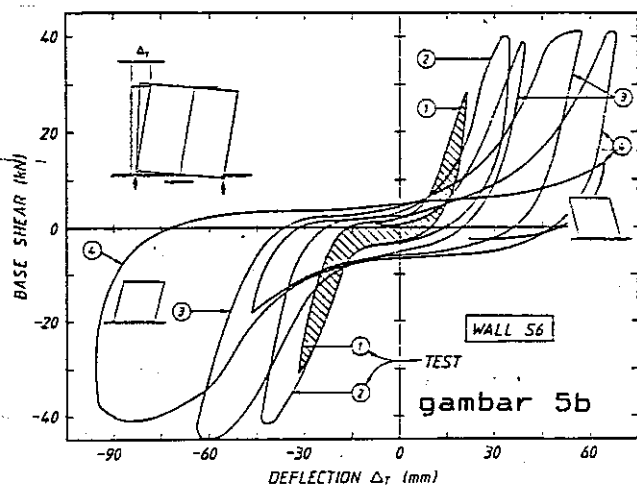
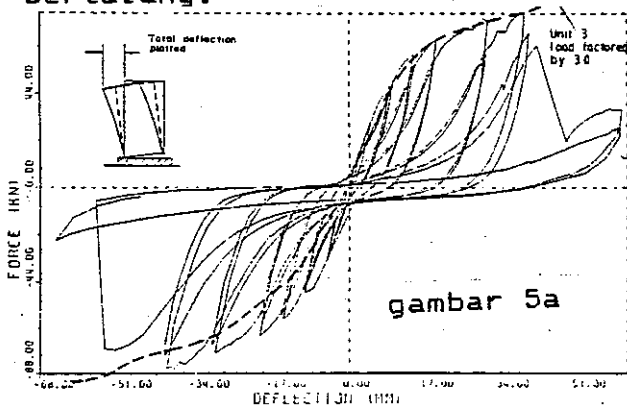
Plywood shear wall being tested under simulated earthquake loading on the shaking table.

gambar 3



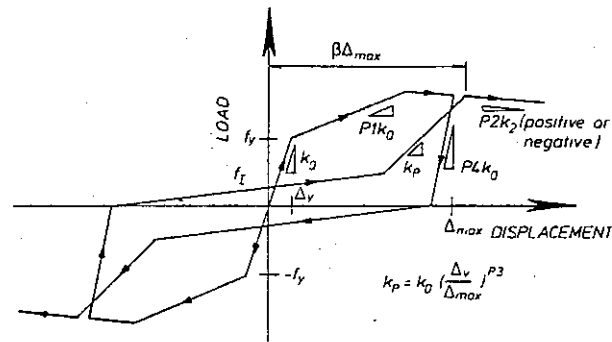
gambar 4

Hysteresis curve yang terjadi pada dinding geser kayu ini tidak seperti pada baja atau beton bertulang, karena disini terjadi slip pada pakunya, dari hasil percobaan terlihat seperti pada gambar 5a dan 5b, menunjukkan hubungan antara gaya geser dasar dan peralihan horisontal akibat beban berulang. Hysteresis curve ini berbeda karakteristiknya tidak seperti anggapan elasto-plastis atau bi-linier pada baja ataupun Ramberg-Osgood model pada beton bertulang.



Cyclic Load Test on Plywood Sheathed Wall (from Thurston, 1984).

Stewart mengembangkan hysteresis curve untuk dinding geser kayu ini dan subroutine dari Stewart Hysteresis model (gambar 6) terdapat dalam program Ruaumoko di Department of Civil Engineering, University of Canterbury.



gambar 6

Parameter-parameter yang mempengaruhi bentuk hysteresis tersebut tentu saja tergantung dari karakteristik bahan plywood, jarak pemakuan, tebal lapisan dan jumlah plywood pada satu atau dua sisi dari rangkanya. Parameter-parameter tadi harus dicari dari hasil percobaan di laboratorium.

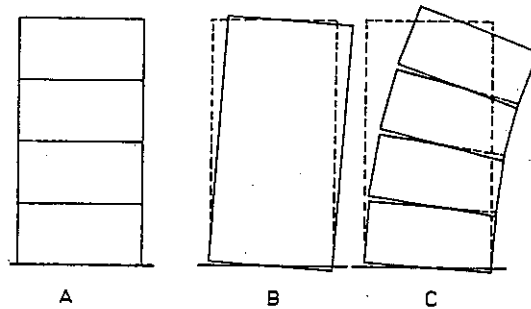
3. Dinding geser kayu pada bangunan bertingkat

Dari hasil percobaan dan dengan analisis berdasarkan Stewart hysteresis model, dengan menggunakan bantuan program Ruaumoko berupa program untuk analisis dinamis dua dimensi berdasarkan cara step by step integration method, Dean dan Tjondro mengembangkan secara teoritis analisis untuk bangunan bertingkat sampai dengan 4 lantai.

Perilaku dari dinding geser pada bangunan bertingkat ditest secara teoritis dengan simulasi pada komputer untuk berbagai macam gempa yang diskala setara dengan El Centro 1940 NS, higher mode effects terutama pada bangunan bertingkat tiga dan empat, menunjukkan efek pecut sebesar masing-masing 8 dan 15 % yang direkomendasikan untuk desain statik ekuivalen. Inelastic inter-storey drift yang terjadi harus memenuhi syarat yang diijinkan.

Pada support connections, deformasinya diperhitungkan menyebabkan terjadinya rocking pada dinding geser yang menyebabkan peralihan horisontal yang makin besar (Gambar 7), initial slackness

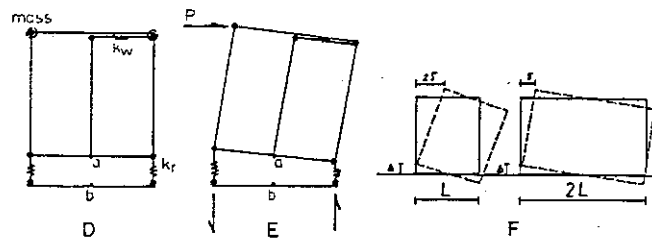
akibat shrinkage dan misalignments waktu pelaksanaan juga ditinjau efeknya.



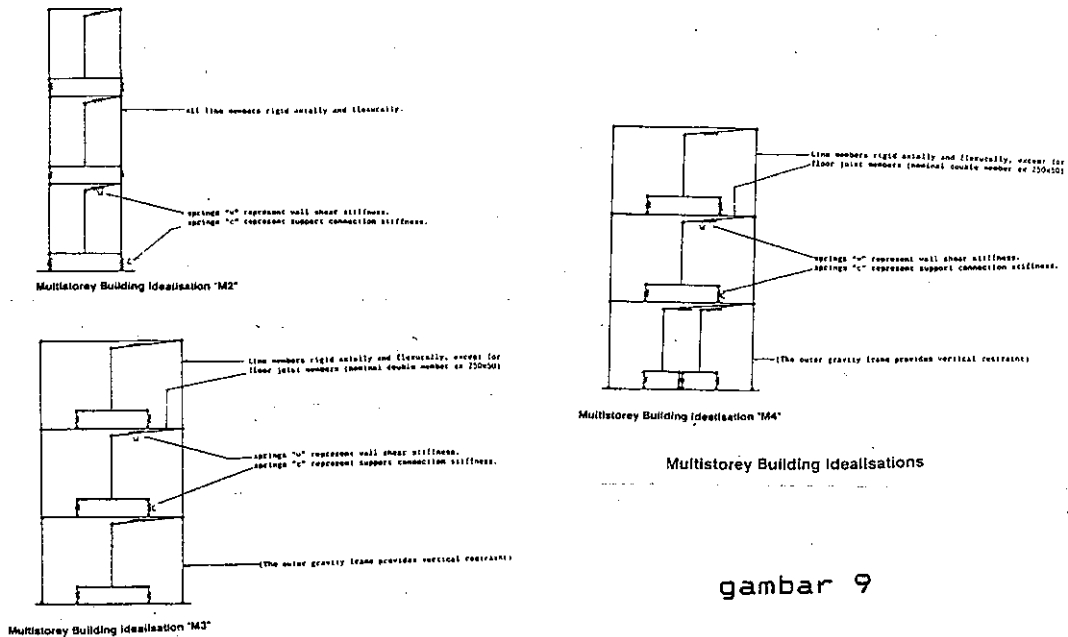
gambar 7

Pada setiap lantai sebenarnya tidak diperlukan jumlah panel dinding geser dengan kekakuan lateral yang sama, hal ini dapat divariasikan dengan berbagai macam ketebalan plywood yang digunakan.

Model-model analisis dikembangkan, rocking direpresentasikan dengan pegas vertikal k_r seperti pada gambar 8, dan kekakuan lateral dari dinding dengan pegas horisontal k_w , pada bangunan bertingkat model untuk analisis terlihat pada gambar 9, dengan pengembangan dasar analisis untuk single wall seperti pada gambar 8.



gambar 8 Rocking of Shearwalls in Multistorey Buildings



gambar 9

4. Aspek-aspek lain untuk bangunan bertingkat dinding geser kayu

Pada bangunan kayu yang sangat penting adalah detailing dari hubungannya, terutama dimana kita akan membuat struktur menjadi daktail, hal ini sulit dicapai pada material kayu, jadi kelelahan material biasanya didesain terjadi pada bagian sambungan. Hal ini memerlukan detailing hubungan yang benar.

Biaya dari bangunan bertingkat dengan dinding geser kayu dapat menjadi mahal, kalau belum merupakan suatu industri dalam memproduksi elemen-elemen strukturnya, terutama di Indonesia yang belum membudaya, jika hasil dan kegunaannya sudah terasakan, industri ini akan berkembang.

Terhadap bahaya kebakaran sebenarnya kayu pada batas tertentu lebih baik dari baja, karena pada saat lapisan arang terbentuk, bagian dalam terlindungi dan berhenti terbakar, tetapi ada kelemahan pada sambungan-sambungan, yang alat penyambungannya pada umumnya adalah dari baja. Alat penyambung ini harus cukup kuat terhadap bahaya kebakaran ataupun mendapat perlindungan khusus. Riset dalam hal ini sudah banyak dilakukan.

Dari sudut arsitektur, bangunan kayu dapat dibentuk secara fleksibel menjadi bangunan yang indah.

5. Kesimpulan dan saran

- Bangunan dinding geser kayu sangat potensial dan cocok untuk dikembangkan di Indonesia, terutama pada daerah-daerah gempa, dengan memperhatikan treatmentnya pada daerah tropis.
- Perilaku daktail pada dinding geser kayu terbatas pada limit daktilitas tertentu.
- Stewart hysteresis curve dapat digunakan dengan parameter/karakteristik dinding geser kayu dengan material produksi Indonesia yang dapat dicari dari test di laboratorium.

Daftar Pustaka:

1. New Zealand Timber Today; volume 2, no 4; volume 13, no 2, 3, 4; volume 14, no 2.
2. Thurston, S.J. and P.F. Flack, Cyclic Load Performance of Timber Sheathed Bracing Walls, Central Laboratories Report No 5 - 80/10, Lower Hutt, New Zealand, November 1980.
3. Dean, J.A and W.G. Stewart, The Seismic Performance of Timber Frame Shearwalls with Gibraltarboard Sheathing, Research Report 84-17, Department of Civil Engineering University of Canterbury.
4. Dean, J.A and J.A. Tjondro, The Seismic Design of Timber Frame Shearwalls Sheathed with Gibraltarboard; Refinements to the CE 87/7 Procedure, Research Report 88-9, Department of Civil Engineering University of Canterbury.