

PELAKSANAAN SISTEM LONCAT 2 LANTAI UNTUK GEDUNG BERTINGKAT RANGKA BAJA

Koespiadi¹⁾, Vito Adivta Nugraha²⁾, Primashita MHP³⁾, dan Dimas Bagas S.A⁴⁾

- 1) Teknik Sipil, Universitas Narotama, Surabaya, Jawa Timur
- 2) Teknik Sipil, Imperial College, London, Inggris
- 3) Kedokteran, Universitas Airlangga, Surabaya, Jawa Timur
- 4) Teknik Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Jawa Timur

koespiadi@narotama.ac.id

ABSTRACT

The construction of the 2-story jump system is an alternative to the construction of steel frame buildings. In this study an analysis was carried out on a 10-story steel frame building using a comparative method between 2 systems namely the 2-story jump system and Conventional Systems. The research method used is to compare between 2 systems, where in the initial stages a modeling of a 10-story steel building to get a steel frame building design, followed by an analysis of completion time for each system, and control of buckling in the column for a 2-story jump system. In accordance with the analysis, it was found that the implementation of the construction of a 10-story steel frame building with the 2-story jump system takes 62.97 days, whereas with the conventional system takes 74.68 days or the 2-story jump system is 11.71 days faster or 84.32% of the time of the implementation of conventional systems.

Keywords: time of execution, 2-story jump system, conventional system

ABSTRAK

Pelaksanaan pembangunan dengan Sistem Loncat 2 Lantai merupakan alternatif untuk pelaksanaan pembangunan gedung rangka baja. Pada penelitian ini dilakukan analisis pada gedung rangka baja 10 lantai dengan menggunakan metode komparasi antara 2 sistem yaitu sistem loncat 2 lantai dan sistem konvensional. Metode penelitian yang dilakukan adalah membandingkan antara 2 sistem, dimana pada tahap awal dilakukan pemodelan gedung rangka baja 10 lantai untuk mendapatkan desain gedung rangka baja, dilanjutkan dengan analisis waktu penyelesaian untuk masing masing sistem, dan kontrol terhadap bahaya tekuk pada kolom untuk sistem loncat 2 lantai. Sesuai dengan analisis, didapatkan bahwa dengan sistem pelaksanaan pembangunan gedung rangka baja 10 lantai dengan sistem loncat 2 lantai memerlukan waktu 62.97 hari, sedangkan dengan sistem konvensional memerlukan waktu 74.68 hari atau sistem loncat 2 lantai lebih cepat 11.71 hari atau 84.32% dari waktu pelaksanaan sistem konvensional.

Kata kunci: waktu pelaksanaan, sistem loncat 2 lantai, sistem konvensional

1 PENDAHULUAN

Sarana dan prasarana gedung pada masa sekarang ini, sudah menjadi kebutuhan pokok yang harus dipenuhi. Gedung bertingkat di perkotaan berkembang dengan pesat. Seiring dengan cepatnya perkembangan bangunan gedung, tidak lepas dari proses pembangunan gedung. Metode pelaksanaan pembangunan gedung yang sering dilakukan oleh kontraktor pelaksana adalah dengan membangun bangunan gedung mulai dari lantai dasar, dilanjutkan ke lantai satu, ke lantai dua dan seterusnya, metode ini disebut metode konvensional yang banyak dijumpai pada proses pembangunan gedung bertingkat.

Pada proses pembangunan gedung bertingkat, seringkali dituntut untuk melakukan pembangunan dengan cepat, untuk memenuhi kebutuhan konsumen atau untuk memenuhi pasar, jika dengan menggunakan metode pelaksanaan dengan metode konvensional, maka proses pembangunan tidak dapat secara signifikan mempercepat proses pembangunan gedung, perlu adanya metode pelaksanaan yang lebih baik, sehingga dapat mendukung proses pelaksanaan pembangunan gedung lebih cepat.

Metode loncat lantai adalah salah satu metode baru yang berfungsi untuk

mempercepat proses pembangunan gedung bertingkat, dan pada penelitian ini, metode loncat lantai diterapkan pada bangunan konstruksi baja dengan jumlah lantai 10 tingkat. Metodenya mudah untuk diterapkan pada pelaksanaan gedung, untuk menjawab kebutuhan percepatan proses pembangunan yang selama ini selalu menggunakan metode pelaksanaan konvensional.

Rencana pemecahan masalah yang akan dilakukan pada penelitian ini adalah melakukan analisa waktu proses pelaksanaan metode loncat lantai dan membandingkan dengan metode konvensional, dan untuk menjawab permasalahan ini maka digunakan analisa waktu yang diperlukan untuk melakukan proses pelaksanaan bangunan konstruksi baja mulai dari tahap persiapan, fabrikasi kolom, balok, sambungan dan erection konstruksi baja untuk masing masing metode. Permasalahan yang timbul pada pelaksanaan metode loncat lantai adalah faktor tekuk kolom, karena tinggi kolom untuk metode ini menjadi lebih tinggi dan perlu adanya pengontrolan terhadap bahaya tekuk dan tegangan yang terjadi.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat kecepatan proses pelaksanaan pembangunan gedung bertingkat dengan konstruksi baja antara

metode konvensional dengan metode loncat 2 lantai. Pada tahap awal penelitian ini dilakukan pengumpulan data sekunder terkait dengan metode pelaksanaan bangunan gedung dan peraturan-peraturan yang relevan dengan tujuan penelitian ini.

Teori yang digunakan pada penelitian ini adalah penelitian komparatif yaitu membandingkan 2 metode pelaksanaan proses pembangunan gedung bertingkat. Tahap awal dari penelitian ini, dengan mengumpulkan data dan referensi yang sesuai, terkait dengan penelitian yang relevan dengan penelitian ini yaitu waktu yang dibutuhkan untuk pelaksanaan pembangunan konstruksi baja, analisis struktur terkait dengan kontrol kelangsingan kolom.

2 KAJIAN PUSTAKA

Didalam penelitian ini literatur dan pustaka yang digunakan meliputi: definisi gedung, metode pelaksanaan pembangunan gedung bertingkat dengan sistem loncat 2 lantai, produktifitas kerja konstruksi, konstruksi struktur baja.

2.1 Bangunan Gedung

Bangunan gedung adalah wujud fisik hasil pekerjaan konstruksi yang menyatu dengan tempat kedudukannya, sebagian atau seluruhnya berada di atas dan/atau di dalam tanah dan/atau air, yang berfungsi

sebagai tempat manusia melakukan kegiatannya, baik untuk hunian atau tempat tinggal, kegiatan keagamaan, kegiatan usaha, kegiatan sosial, budaya, maupun kegiatan khusus. Penyelenggaraan bangunan gedung adalah kegiatan pembangunan yang meliputi proses perencanaan teknis dan pelaksanaan konstruksi, serta kegiatan pemanfaatan, pelestarian, dan pembongkaran. Pemanfaatan bangunan gedung adalah kegiatan memanfaatkan bangunan gedung sesuai dengan fungsi yang telah ditetapkan, termasuk kegiatan pemeliharaan, perawatan, dan pemeriksaan secara berkala.

2.2 Sistem Loncat 2 Lantai

Sistem loncat 2 lantai adalah sistem pelaksanaan pembangunan gedung bertingkat, dimana metode untuk proses pembangunannya meloncat 2 lantai keatas melewati 1 lantai dibawahnya. Urutan pelaksanaannya sebagai berikut:

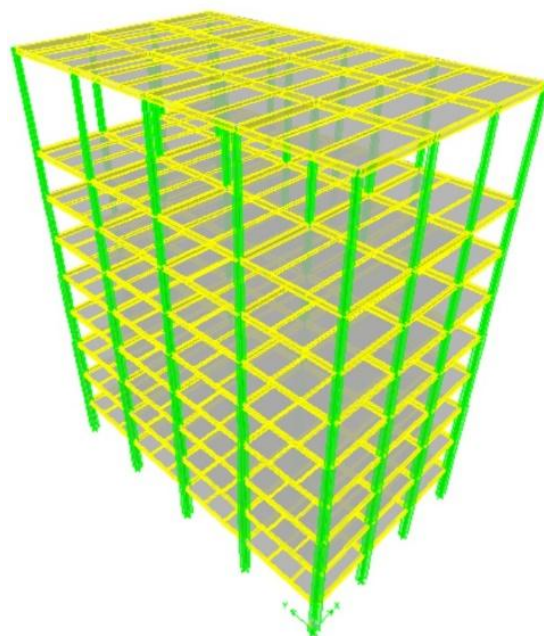
1. Awal pembangunan setelah pekerjaan pondasi selesai dikerjakan, maka dilanjutkan pemasangan kolom baja untuk lantai 1 dan lantai 2 secara bersama sama;
2. Dengan selesainya 2 kolom ini maka dilanjutkan dengan

- pemasangan balok baja dan plat lantai untuk lantai 2;
3. Dengan selesainya lantai 2, pekerjaan dilanjutkan ke tahap berikutnya adalah pemasangan balok baja dan plat lantai 1 yang secara bersama sama juga melakukan pemasangan kolom baja di lantai 3 dan lantai 4;
 4. Pada proses pemasangan balok baja dan plat lantai 1, diharapkan selesai tepat saat pelaksanaan kolom baja lantai 3 dan lantai 4 selesai terpasang;
 5. Tahap selanjutnya, prosesnya mengulangi pada tahap di no. 2.

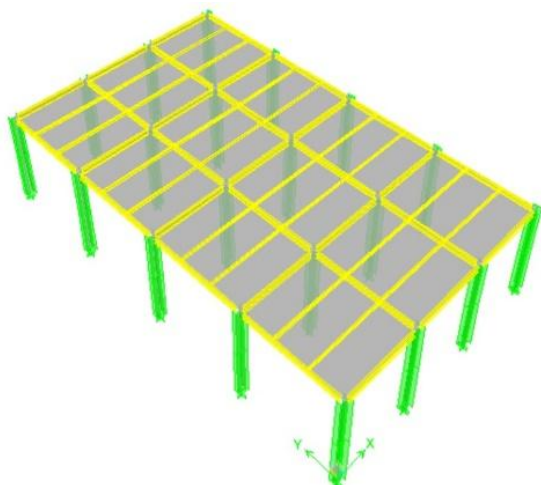
Kelebihan pada Sistem loncat lantai ini adalah tersedianya lahan pekerjaan yang tersedia lebih banyak dibandingkan dengan metode konvensional pada waktu yang sama, sehingga hal ini akan mempercepat proses pembangunan gedung baja bertingkat dibandingkan dengan metode konvensional.

Pada pelaksanaan dengan sistem loncat 2 lantai, desain struktur yang dipakai dalam penelitian adalah desain bangunan rangka baja 10 lantai yang telah dibuat oleh peneliti. Pada pelaksanaan sistem loncat 2 lantai, mengingat terdapat penggabungan tinggi kolom baja pada saat konstruksi antara kolom lantai 1 dan

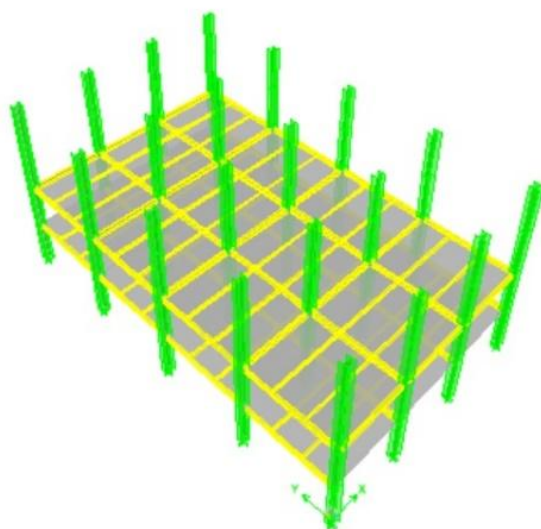
kolom baja lantai 2, maka hal ini perlu dikontrol terhadap kelangsingan / tekuk, tegangan dan simpangan yang terjadi pada kolom baja dengan mempertimbangkan beban kombinasi aksial, momen, lentur dan geser yang terjadi pada saat konstruksi. Kolom gabungan antara kolom 1 dan kolom 2 pada saat konstruksi tidak digunakan struktur pembantu untuk menahan gaya lateral, dimensi kolom sesuai dengan hasil desain yang telah dibuat. Beban yang terjadi saat konstruksi menjadi pertimbangan yang penting pada sistem loncat 2 lantai. Beban yang bekerja pada saat pelaksanaan konstruksi dapat dikategorikan menjadi 2 beban yaitu beban mati dan beban hidup.



Gambar 1. Gedung Baja Rencana 10 lantai



Gambar 2. Tahapan No. 1 dan No 2.



Gambar 3. Tahapan No. 3.

2.3 Produktivitas Kerja Konstruksi

Tenaga kerja industri konstruksi merupakan faktor penting dikarenakan pekerjaan konstruksi menyerap tenaga kerja cukup banyak dalam penyelesaiannya. Oleh karena itu untuk mengetahui performansi tenaga kerjanya sangat penting untuk mendapatkan durasi waktu yang diperlukan. Secara umum definisi produktivitas adalah rasio antara

input dan output dimana input diekspresikan sebagai orang-jam (OJ) atau orang-hari (OH), sedangkan output adalah kuantitas hasil kerja yang satuannya bervariasi tergantung jenis pekerjaan yang diukur. Dalam hal ini apabila penyelesaian suatu jenis pekerjaan yang sama produktivitasnya dihitung dengan cara yang berbeda, tentu hasilnya tidak dapat langsung dibandingkan. Untuk itu diperlukan suatu standar pengukuran yang dapat dijadikan acuan bagi para penyedia dan pengguna jasa. Nilai koefisien produktivitas adalah sebagai berikut:

Koefisien produktivitas kerja =
jumlah tenaga kerja yang terlibat / jumlah produktivitas yang didapatkan.

2.4 Struktur Baja

2.4.1 Konstruksi Struktur Baja

Struktur baja adalah struktur logam yang terbuat dari komponen baja struktural yang saling terhubung untuk mengangkut beban dan memberikan kekakuan penuh. Karena tingkat kekuatan baja yang tinggi, struktur ini dapat diandalkan dan membutuhkan lebih sedikit bahan baku dibandingkan jenis struktur lain seperti struktur beton dan struktur kayu. Struktur baja meliputi sub-struktur atau bagian dalam sebuah bangunan yang terbuat dari baja struktural. Baja struktural adalah bahan konstruksi baja yang dibuat dengan

bentuk dan komposisi kimia tertentu sesuai dengan spesifikasi pada proyek tersebut. Bahan utama dari baja struktural adalah besi dan karbon. Mangan, logam campuran, dan beberapa zat kimia tertentu juga ditambahkan pada besi dan karbon untuk menambah kekuatan dan ketahanan. Baja struktural dibuat dari canai panas maupun canai dingin atau dibuat dengan pengelasan antara plat datar atau plat tekuk, tergantung pada spesifikasi yang berlaku pada setiap proyek. Kelebihan struktur baja, hemat biaya; produksi menjadi lebih murah, minim perawatan dibandingkan dengan metode bangunan tradisional lainnya. Selain itu, 98% dari semua struktur baja dapat didaur ulang menjadi produk baja baru tanpa mengurangi fisik bahannya. Pemasangan cepat; akurasi ukuran komponen baja mempercepat proses pemasangan dan memungkinkan pemantauan menggunakan manajemen dengan perangkat lunak untuk menyelesaikan pemasangan dengan lebih cepat. Kesehatan dan Keselamatan kerja; struktur baja di produksi di pabrik dan dipasang dengan cepat di lokasi konstruksi oleh tenaga terampil menjadikan struktur baja tetap aman. Survei di bidang industri secara konsisten menunjukkan bahwa struktur baja adalah solusi paling aman. Flexibilitas; aplikasi terbaru, kondisi

pembebanan, ekspansi secara vertikal mudah untuk dilakukan di masa yang akan datang dan dapat diubah sesuai keinginan pemilik yang tidak dapat dilakukan oleh sistem perangkaan yang lainnya.

Tidak menyebabkan pencemaran debu atau kebisingan dalam proses pemasangan struktur baja, hal ini karena pembuatannya yang dilakukan di pabrik.

2.4.2 Persyaratan Stabilitas Umum

Stabilitas harus disediakan untuk struktur secara keseluruhan dan untuk setiap elemennya. Efek terhadap stabilitas struktur dan elemen elemennya harus mempertimbangkan hal hal berikut:

1. Lentur, geser dan deformasi komponen struktur aksial, dan semua deformasi lainnya yang memberikan kontribusi terhadap perpindahan struktur;
2. Efek orde kedua ($P-\Delta$ dan $P-\delta$);
3. Ketidaktepatan geometri;
4. Reduksi kekakuan akibat inelastisitas;
5. Ketidakpastian dalam kekakuan dan kekuatan.

2.4.3 Analisis Elastik - Linier

Analisis elastik-linier (*first order elastic analysis*), sebagian besar tujuan dari perencanaan struktur adalah dapat memproporsikan elemen-elemen dan

sistem sambungan sedemikian rupa sehingga strukturnya tetap dalam kondisi aman dan berfungsi terhadap suatu kondisi pembebanan yang tertentu, baik untuk kondisi sehari-hari (beban tetap) atau kondisi tidak terduga (beban sementara). Jika kondisi pembebanannya adalah pasti dan tertentu maka tentunya tidak diperlukan analisis perilaku struktur dalam kondisi ultimate atau keruntuhannya. Jika perilaku struktur dapat diprediksi berdasarkan kondisi elastik-liniernya, maka detail analisisnya dapat dibuat sederhana secara signifikan. Kondisi elastik linier itu sendiri sebenarnya hanya bagian kecil dari perilaku struktur yang dibebani. Kondisi elastis adalah jika pembebanan dihilangkan maka deformasinya juga hilang, kembali pada posisi semula sebelum dibebani. Adapun linier adalah bentuk hubungan antara beban dan deformasi yang terjadi selama pembebanan yang berupa garis lurus. Perilaku elastik-linier umumnya terjadi pada kondisi deformasi yang relatif kecil, sehingga dianggap dapat dianalisis berdasarkan konfigurasi struktur awal, sebelum dibebani. Sehingga untuk analisisnya, kondisi geometri dianggap tidak mengalami perubahan. Itulah mengapa prinsip superposisi dapat diterapkan, sehingga deformasi setiap titik

akibat beberapa beban, adalah sama dengan jumlah aljabar deformasi dari tiap-tiap beban secara individu, tanpa dipengaruhi urutan pembebanan. Itulah mengapa suatu kasus beban jika dianalisis elastik-linier dapat ditinjau secara sendiri-sendiri. Untuk mendapatkan efek ekstrim dari pembebanan, yaitu memastikan bahwa struktur aman dari setiap kondisi beban rencananya, maka dilakukan kombinasi dari masing-masing kasus beban tersebut untuk mendapatkan kondisi maksimum dan minimum. Dalam tahap ini, dapat dimasukkan faktor beban untuk mensimulasi kondisi batas (*ultimate*) berdasarkan prinsip probabilitas. Ketepatan dan kebenaran strategi ini tentu hanya bisa dilihat dari kaca mata ilmu statistik yang umumnya dapat dikaitkan dengan data-data empiris yang ada. Analisa struktur elastis-linier relatif sederhana dan mencukupi untuk perancangan struktur dengan pembebanan pasti atau tertentu. Oleh karena cukup sederhana, maka banyak dijadikan topik utama materi perkuliahan analisa struktur di tingkat perguruan tinggi atau yang sejenis. Dasar teori penyelesaian statik program rekayasa struktur, pada prinsipnya adalah matrik kekakuan elastis-linier, dimana persamaan keseimbangan struktur dapat dituliskan sebagai berikut:

$$[K] \{\delta\} = \{F\} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana: $[K]$ adalah matrik kekakuan, atau representasi matematik dari perilaku struktur. $\{\delta\}$ adalah vektor perpindahan (translasi atau rotasi). $\{F\}$ adalah vektor gaya luar, dapat berbentuk beban titik nodal bebas atau reaksi tumpuan.

2.4.4 Analisis Tekuk Elastik

Analisis tekuk elastik pada dasarnya adalah hasil pengembangan dari analisa elastik-linier. Hanya saja dalam analisis tekuk, pengaruh gaya aksial terhadap kekakuan lentur elemen diperhitungkan. Gaya aksial tarik (positip) akan meningkatkan kekakuan lentur elemen struktur. Demikian juga sebaliknya, gaya aksial tekan (negatif) dapat mengurangi kekakuan. Bahkan untuk elemen dengan kategori langsing, gaya aksial tekan yang besar dapat menghilangkan kekakuan struktur secara keseluruhan, kondisi ini disebut tekuk (*buckling*). Kondisi kekakuan elemen struktur yang dipengaruhi gaya aksial dapat dituliskan dalam persamaan matrik sebagai berikut:

$$[Q] = \{[K_0] + P [K_1]\}[\Delta] \dots\dots\dots (2)$$

Dimana $[Q]$ berisi gaya transversal yang menyebabkan lentur, $[\Delta]$ berisi deformasi lentur yang berkesesuaian dan P adalah gaya aksial (tarik = positip).

Matrik kekakuan elemen batang terdiri dari dua bagian, $[K_0]$ adalah matrik kekakuan standar terhadap lentur atau matrik $[K]$ pada persamaan (1), dan $[K_1]$ adalah matrik kekakuan geometri yang memperhitungkan pengaruh gaya aksial P terhadap kekakuan lentur elemennya. Dari formulasi tersebut akhirnya dapat diketahui bahwa kondisi tekuk terjadi bila gaya aksial yang diberikan dapat mengurangi kekakuan lenturnya sampai bernilai nol (kehilangan kekakuan). Dengan menulis ulang persamaan (2) di atas menjadi format berikut:

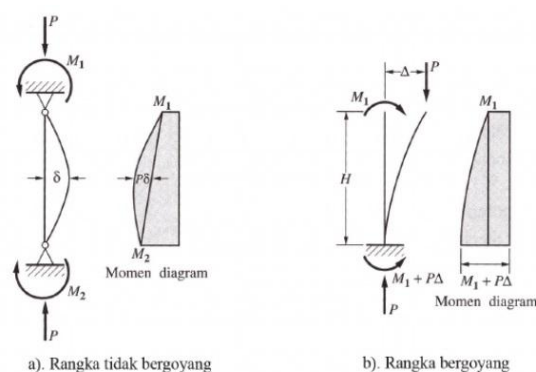
$$[\Delta] = \{[K_0] + P [K_1]\}^{-1} [Q] \dots\dots\dots (3)$$

Jika P adalah gaya tekan (negatif) kekakuan bisa hilang, yaitu jika deformasi $[\Delta]$ bertambah tanpa ada penambahan gaya transversal $[Q]$. Ini terjadi jika invers matrik menjadi tidak terhingga. Invers matrik diperoleh dari membagi matrik dengan nilai determinan-nya. Jadi invers matrik menjadi tak terhingga hanya jika determinan-nya bernilai nol (*zero*). Itu berarti beban kritis dapat diperoleh dengan mencari determinan matrik yang bernilai nol. Itulah esensi dari analisis tekuk elastis, yaitu mencari beban kritis pada sistem struktur yang menimbulkan gaya aksial tekan yang menyebabkan tekuk (*buckling*) pada salah satu atau bahkan keseluruhan elemen. Karena konfigurasi bebannya bisa

berbeda-beda, maka umumnya yang dapat dicari dari analisis tekuk elastis adalah faktor pengali dari beban tersebut.

2.4.5 Analisis Elastis Orde ke 2

Analisa struktur dengan metode matrik kekakuan, jika suatu keseimbangan struktur dapat dituliskan dalam persamaan (1) menunjukkan bahwa perilaku struktur yang dievaluasi terbatas pada kondisi elastik-linier, Jika deformasinya relatif besar maka menjadi non-linier geometri. Jika demikian cara analisis elastis-linier yang biasa dipakai akan memberikan hasil yang tidak tepat. Untuk mengatasi, penyelesaiannya harus memasukkan pengaruh deformasi struktur. Rangka tidak bergoyang (*braced framed*), adalah struktur rangka dimana titik-titik nodal penghubung elemennya tidak mengalami perpindahan (translasi). Ini terjadi jika struktur rangka tersebut ditahan oleh sistem penahan lateral tersendiri (dinding geser atau bracing). Efek P-delta yang seperti ini disebut juga sebagai P- δ , dimana deformasinya (δ) terjadi pada bagian elemen itu sendiri, di antara titik-titik nodal. Adapun titik nodalnya sendiri tetap, tidak mengalami translasi.



Gambar 4. Momen yang dipengaruhi Efek P-delta

(Sumber: Wiryanto, 2015)

Rangka bergoyang (*framed sideways*) adalah rangka dimana titik-titik nodal penghubung mengalami translasi akibat pembebanannya, baik lateral maupun vertikal. Ini akan terjadi jika struktur atau pembebanannya tidak simetri, juga akibat tidak tersedianya sistem penahan lateral yang khusus. Efek P-delta yang terjadi adalah akibat adanya perpindahan pada titik nodal, dalam hal ini disebut sebagai P- Δ (lihat Gambar 4b). Analisis tekuk elastis sudah tidak cocok jika dipakai pada jenis struktur ini.

Untuk struktur rangka tidak bergoyang (*braced framed*), titik nodal penghubung tidak mengalami translasi, sehingga δ hanya akan terjadi pada elemen batang, tanpa mempengaruhi sistem struktur secara keseluruhan. Itulah alasannya, mengapa efek P- δ bersifat lokal dan terjadi jika elemennya langsing atau terlalu lentur. tekuk yang diakibatkan oleh

efek $P-\delta$ dapat diprediksi secara baik dengan analisis tekuk elastis, yang relatif lebih sederhana dan tidak memerlukan iterasi. Keuntungan jika digunakan analisis elastik order ke-2 adalah dapat dilacak perilaku struktur sebelum mengalami tekuk. Tentu saja ini hanya cocok untuk struktur langsing dimana kondisi tegangannya masih elastis murni. Pada struktur rangka bergoyang (framed sideways), titik nodal penghubung mengalami perpindahan sebesar Δ dari kondisi asli, karena titik nodal tersebut juga terhubung pada elemen-elemen struktur yang lainnya, maka efek $P-\Delta$ juga mempengaruhi sistem struktur secara keseluruhan, sifatnya global.

3 METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini menggunakan metode penelitian komparatif yaitu: membandingkan persamaan dan perbedaan 2 dan sifat objek yang diteliti, membuat generalisasi tingkat perbandingan, menentukan mana yang lebih baik atau mana yang sebaiknya dipilih. Tahapan metode penelitian komparatif sebagai berikut:

1. Penentuan masalah penelitian, pada tahap ini di pilih permasalahan yang akan digunakan pada penelitian ini

yaitu studi komparatif antara metode pelaksanaan sistem loncat 2 lantai dengan metode pelaksanaan konvensional;

2. Penentuan kelompok yang mempunyai karakteristik yang akan diteliti; yaitu sistem loncat 2 lantai dan sistem konvensional;
3. Studi literatur dan pengumpulan data sekunder berupa data gedung yang akan menjadi obyek yang akan diteliti yaitu bangunan gedung baja 10 lantai;
4. Pembuatan model gedung rangka baja;
5. Analisis data, berupa analisis waktu pelaksanaan untuk sistem loncat 2 lantai dan waktu pelaksanaan sistem konvensional, dan analisis kelangsingan/faktor tekuk dan tegangan yang terjadi pada sistem loncat 2 lantai;
6. Kesimpulan dan saran hasil penelitian.

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Desain Bangunan Rangka Baja

Pada tahap awal dari penelitian ini dilakukan pemodelan gedung rangka baja 10 lantai dengan program bantu ETABS, dengan beban yang bekerja pada struktur gedung baja 10 lantai adalah beban mati

beban hidup dan beban gempa, untuk mendapatkan desain struktur dari gedung baja yang dianalisis. Dari analisis dengan program ETABS didapatkan dimensi kolom dan tegangan yang terjadi pada kolom sebagai berikut:

Tabel 1. Perbandingan P-M33-M22 Terjadi/Kapasitas dan P Terjadi/P kritis

Lantai	Dimensi Hbeam	Perbandingan P-M33-M22 Terjadi/Kapasitas Terbesar	Perbandingan P Terjadi/P kritis
1	600x600x18x30	0.759	0.025
2	600x600x18x30	0.715	0.022
3	600x600x18x30	0.532	0.020
4	500x500x15x28	0.706	0.036
5	500x500x15x28	0.527	0.031
6	400x400x13x21	0.761	0.060
7	400x400x13x21	0.645	0.048
8	350x350x12x18	0.740	0.062
9	350x350x12x18	0.442	0.041
10	300x300x10x15	0.864	0.039

4.2 Analisis Waktu Pelaksanaan

Pada tahap ini dilakukan analisis waktu pelaksanaan dari gedung rangka baja yang telah di analisis pada sub bab 4.1., untuk bangunan gedung rangka baja lantai 10 dengan sistem loncat 2 lantai dan untuk bangunan gedung rangka baja lantai 10 dengan sistem konvensional. Waktu yang diperlukan untuk pelaksanaan baja

profil, sesuai dengan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No.: 26/PRT/M/2016 koefisien tukang baja adalah 0.06 OH, sehingga produktivitas tukang baja adalah 16.67 kg/hari. Jumlah Tukang untuk pemasangan kolom berjumlah 20 orang dan pemasangan balok berjumlah 55 orang.

Tahapan pelaksanaan pekerjaan Sistem Loncat 2 Lantai sebagai berikut:

1. Tahap 1: Pemasangan kolom lantai 1 dan kolom lantai 2, dilanjutkan pemasangan balok lantai 2;
2. Tahap 2: Pemasangan kolom lantai 3 dan 4 bersamaan waktunya dengan pemasangan balok lantai 1, dilanjutkan pemasangan balok lantai 4;
3. Tahap 3: Pemasangan kolom lantai 5 dan 6 bersamaan waktunya dengan pemasangan balok lantai 3, dilanjutkan pemasangan balok lantai 6;
4. Tahap 4: Pemasangan kolom lantai 7 dan 8 bersamaan waktunya dengan pemasangan balok lantai 5, dilanjutkan pemasangan balok lantai 8;
5. Tahap 5: Pemasangan kolom lantai 9 dan 10 bersamaan waktunya dengan pemasangan

balok lantai 7, dilanjutkan pemasangan balok lantai 10;

6. Tahap 6: Pemasangan balok lantai 9.

Waktu pelaksanaan yang diperlukan untuk masing masing tahap, dibuat dalam Tabel 2.

Tabel 2. Waktu Pelaksanaan Sistem Loncat 2 Lantai

Tahap	Volume		Waktu
	Kolom (kg)	Balok (kg)	
1	1808	5275	11.18
2	1548	10551	11.51
3	1070	10551	11.51
4	756	10551	11.51
5	565	10551	11.51
6		5275	5.75
Waktu Total			62.97

Untuk pembandingan dilakukan analisis terhadap waktu pelaksanaan untuk gedung rangka baja lantai 10 dengan sistem konvensional. Tahapan pelaksanaan untuk gedung rangka baja dengan sistem konvensional dimulai dari pemasangan kolom lantai 1 dilanjutkan dengan balok lantai 1, pelaksanaan untuk kolom di atasnya sama seperti tahap sebelumnya, hingga berakhirnya seluruh lantai. Dari hasil analisis dengan sistem konvensional di buat dalam Tabel 3.

Tabel 3. Waktu Pelaksanaan Sistem Konvensional

Tahap	Volume		Waktu
	Kolom (kg)	Balok (kg)	
1	904	5275	8.47
2	904	5275	8.47
3	904	5275	8.47
4	643	5275	7.69
5	643	5275	7.69
6	427	5275	7.04
7	427	5275	7.04
8	329	5275	6.74
9	292	5275	6.63
10	235	5275	6.46
Waktu Total			74.68

Dari hasil pada Tabel 2 dan Tabel 3, maka didapatkan bahwa dengan sistem loncat 2 lantai mempersingkat waktu 11.71 hari atau 84.32% dari waktu sistem konvensional.

4.3 Tegangan Kolom Pada Sistem Loncat 2 Lantai

Sesuai dengan tahapan pelaksanaan pada sistem loncat 2 lantai, hal yang perlu di kontrol adalah tegangan kolom saat pelaksanaan, dikarenakan tinggi kolom menjadi lebih lebih panjang, gabungan tinggi kolom 2 lantai. Beban yang bekerja saat konstruksi adalah adalah beban mati dan beban hidup, besarnya beban mati yang diperhitungkan 135 kg/m², besarnya beban hidup yang diperhitungkan 250 kg/m². Dari analisis dengan program bantu ETABS didapatkan hasil pada Tabel 4.

Tabel 4. Perbandingan P-M33-M22 Terjadi/Kapasitas Pada Sistem Loncat 2 Lantai dan P terjadi/P kritis Sistem Loncat 2 Lantai

Tahap	Kolom Lantai	Perbandingan P-M33-M22 Terjadi / Kapasitas	Perbandingan P Terjadi / P kritis
1	1	0.034	0.010
	2	0.037	0.010
2	3	0.032	0.010
	4	0.046	0.021
3	5	0.041	0.020
	6	0.080	0.049
4	7	0.073	0.048
	8	0.107	0.083
5	9	0.106	0.084
	10	0.301	0.150

Dari hasil pada tabel 4 didapatkan Perbandingan P-M33-M22 Terjadi/Kapasitas dan P terjadi/P kritis dibawah harga 1 sehingga sistem loncat 2 lantai aman.

5 SIMPULAN

Pelaksanaan gedung rangka baja 10 lantai dengan sistem loncat 2 lantai memiliki waktu penyelesaian lebih cepat 11.71 hari atau 84.32% dari waktu sistem konvensional. Sesuai dengan kontrol gaya internal dan kapasitas element, metode sistem loncat 2 lantai aman.

6 DAFTAR PUSTAKA

Anonim. (2002). *Undang Undang Republik Indonesia No. 28 Tahun 2002 Tentang Bangunan Gedung*. Jakarta: Deputi Sekretaris Kabinet Bidang Hukum dan Perundang-undangan.

Anonim. (2010). *ANSI/AISC 360-10: An American National Standard: Specification for Structural Steel Buildings*. Chicago: American Institute of Steel Construction.

Anonim. (2015). *Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural: SNI 1729:2015*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.

Basari, K., Pradipta, R.Y., Dwi, U.J., & Hidayat, A. (2014). Analisa Koefisien Produktivitas Tenaga Kerja Pada Pekerjaan Pembesian. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 3, 830-839.

Citing Internet sources URL. <https://atad.vn/id/pengenalan-struktur-baja/>

Dewobroto, W. (2015). *SNI 1729:2015 dan Era Baru Perencanaan Baja Berbasis Komputer. Seminar Nasional "Inovasi Struktur dan Rekayasa Bahan dalam Teknologi Konstruksi"*. Jakarta: Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Jakarta.

Sukamta, D. (2016). *Inovasi Dalam Desain Struktur Dan Konstruksi Gedung Super-Tinggi*. Seminar dan Pameran HAKI 2016 - "Innovations in Structural and Engineering Construction".