

STRUKTUR RANGKA RUANG BAJA SEBAGAI PENDUKUNG LANTAI ATAS

Huthudi

Staf Pengajar Jurusan Teknik Arsitektur - Institut Teknologi Nasional Bandung

ABSTRAK

Sebuah ruang berlantai satu yang terletak bersebelahan dengan bangunan 2 lantai, harus ditingkatkan menjadi 2 lantai. Bangunan satu lantai ini berfungsi sebagai ruang latihan tinju yang berukuran 12 x 12 meter, dan merupakan sebagian ruang suatu kompleks olah raga di jalan Pajajaran Bandung. Biaya pembangunan amatlah kecil, hingga memerlukan penghematan secara maksimal. Beberapa kendala dalam penambahan ruang terdapat di sini misalnya, dinding usahakan tidak dibongkar apalagi pondasi, terutama rangka atap akan dipakai kembali. Dan yang terutama adalah waktu pembangunan disediakan sebanyak 3 bulan atau 12 minggu. Kesan fisik ruang bawah harus ringan, namun kokoh serta kuat.

Kata kunci: pendukung lantai, struktur rangka ruang, estetika, kokoh dan kuat.

ABSTRACT

A one level space, which lies between two buildings of two levels. This one level room, has to be designed to be two levels. The function of this one level, a space of 12 x 12 square meters, is a boxing training hall. This building is a part off sports facilities buildings in the Pajajaran street of Bandung. The budget for the development is very low, so it needs to minimise the expenses. The abstackle for this development are for example : the existing walls, and foundation must not be changed. Especially the roof, which will be elevated to the upper floor. And last but not least the time limit of construction is fixed at maximum 3 months, or 12 weeks only. The structure of this first level, must gives the impression of being light, but solid.

Keywords: Supporting floor, space frame, estetic, strong, solid.

PENDAHULUAN

Dalam rangka kegiatan olah raga antar perguruan tinggi se-Asean yang diselenggarakan di Bandung pada tahun 1991 yang lalu, diperlukan perbaikan dan penambahan sarana dan prasarana olah raga yang akan dipusatkan digelanggang oleh raga Pajajaran, Bandung. Khusus untuk penampungan kegiatan administrasi, dirasakan perlu adanya penambahan ruang kantor. Dana yang tersedia tidak besar, sedangkan lahan tidak ada. Kalaupun ada, tidak ada anggaran tersedia untuk pembangunan gedung baru. Satu-satunya kemungkinan adalah menambah ruang di atas ruang latihan tinju yang letaknya bersebelahan dengan kantor administrasi dan akan menjadi perluasan dari bagian administrasi tersebut. Menurut perhitungan, jika dibangun ruang di atas ruang latihan tinju, kebutuhan kantor untuk administrasi akan mencukupi. Dengan demikian, maka diputuskan akan menambah ruang diatas ruang latihan tinju ini dengan persyaratan bahwa lantai dan dinding tidak boleh dibongkar. Atap yang terdiri dari rangka atap besi C dinaikan keatas ruang yang akan dibangun ini.

PERMASALAHAN

Ruang latihan tinju yang terletak diantara 2 bangunan, pada awalnya merupakan ruang terbuka yang memisahkan ruang kantor dibagian utara dan ruang latihan tembak pada bagian selatan. Pada bagian timur terdapat dinding pembatas kompleks olah raga. Dengan menambahkan dinding pada bagian barat, kemudian diberi atap, maka terjadilah ruang latihan tinju dengan ukuran 12 x 12 m². Ruang inilah yang akan dijadikan 2 lantai. Untuk tidak mengganggu ruang yang sudah ada, maka diusulkan untuk tidak diadakan pembongkaran dinding. Kendala ini yang harus menjadi perhatian.

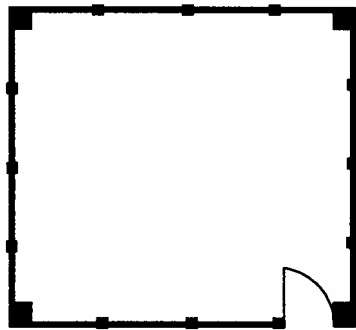
Mengingat akan ditambahnya ruang satu lantai lagi di atas, masalah yang harus dipecahkan adalah merupakan tiang penyanggah. Pertimbangan lain ialah pondasi yang semula untuk bangunan satu lantai akan ditingkatkan menjadi 2 lantai. Semua kendala tersebut, harus dapat dipecahkan sehingga dapat memberikan dukungan pada pembangunan ruang diatasnya. Dari semua kendala ini, yang paling utama adalah pemecahan lantai atas serta struktur pendukungnya, serta bahan struktur yang tepat untuk dipakai dalam pembangunan ini. Jika dilihat

permasalahan yang ada, seperti dikemukakan diatas maka masalah utama yang harus dipecahkan terlebih dahulu, adalah :

1. Bahan yang akan dipakai untuk lantai
2. Struktur pendukung lantai

Sebagai seorang arsitek atau perancang, pada umumnya dalam menghadapi persoalan tentu akan melakukan analisis permasalahan terlebih dahulu. Analisis ini akan mencakup kondisi sekarang dan beberapa kemungkinan pilihan pemecahan masalah. Pada akhirnya, diadakan satu pilihan baik mengenai bahan yang akan dipakai, maupun tipe struktur yang akan diterapkan. Pada gambar-1 diperlihatkan ruang latihan tinju

dengan ukuran 12 x 12 m², terdapat rangka beton pendukung dinding, atau beton praktis yang berjarak 3 m. dibagian bawah terdapat pondasi memanjang dari pasangan batu kali. Di atas pondasi terdapat sloof dan di atas beton praktis terdapat balok cincin dari beton bertulang.



Gambar 1. Ruang Latihan Tinju

PEMECAHAN MASALAH

Sebuah ruang dengan ukuran 12 x 12 m², bebas tiang interiornya. Ruang ini akan ditambah menjadi 2 lantai dengan ukuran 12 x 12 m dan juga bebas tiang interiornya. Pembongkaran dinding, tiang, kolom praktis, pondasi perlu dihindari. Secara sepintas dapat dikatakan bahwa masalah utama yang harus dipecahkan adalah lantai dan struktur pendukung lantai itu sendiri. Dan lebih fokus lagi adalah bahan pendukungnya, baik untuk lantai maupun strukturnya. Mengenai bahan pendukung ini, dapatlah dikatakan ada 3 macam pilihan, yaitu : beton, kayu dan baja. Kemungkinan dapat diadakan kombinasi diantaranya.

Pilihan pertama: Bahan Beton

Untuk bahan beton ini, yang pertama-tama harus diselesaikan adalah strukturnya, yang secara umum, dapatlah dipecahkan dengan struktur balok dan tiang. Pembalokkan dapat dipakai dengan cara

balok induk dan balok anak. Untuk bentang 12 meter paling tidak diperlukan tinggi balok 1,2 M dengan rumus tinggi balok = $\frac{1}{10} \ell$. Tiang yang ada hanya

berukuran 20 x 20 centimeter, yang berarti terlalu kecil, jika dibandingkan dengan tinggi balok = 1,20 meter. Perlu ada penyesuaian dimensi tiang, yang berarti ada pekerjaan pembongkaran, yang tidak diharapkan. Paling tidak, harus dilakukan pembongkaran pada bagian atas tiang untuk melakukan penyambungan tiang dengan balok. Suatu pekerjaan dengan bahan beton merupakan konstruksi basah. Perlu waktu pengeringan beton, yang dapat menambah waktu pembangunan, hingga target waktu terlampaui. Selain itu diperlukan alat bantu, bekisting dan penunjang bekisting yang cukup banyak memerlukan biaya. Dengan analisis ini, dapat dikatakan bahwa bahan beton, tidak dapat menjawab permasalahan yang ada. Dan dengan demikian pilihan bahan beton, dapat diabaikan

Pilihan kedua: Bahan Kayu

Secara garis besar, untuk menjembatani bentang 12 meter, diperlukan struktur kayu dengan sistem rangka (truss). Dari segi estetika, penampilan rangka kayu ini kurang memberikan keserasian pada ruang. Pertama batang kayu yang dipakai akan mempunyai dimensi yang relatif besar. Dalam pekerjaan persiapan pun akan terdapat faktor waktu yang relatif lama. Terutama pada bagian sambungan antar kayu yang cukup rumit. Demikian pula sambungan antar rangka kayu dan dinding. Dalam jangka waktu yang agak lama, besar kemungkinan dapat menimbulkan masalah lain yang tidak diinginkan. Antara lain misalnya faktor susut dan muai antara kayu dan dinding akan cepat berbeda. Segi lain, jika dipakai lantai kayu, berupa papan akan mudah didudukkan pada rangka kayu ini. Secara sepintas, struktur rangka kayu mempunyai kesan berat, karena elemen batang yang relatif besar. Dengan analisis di atas ini dapatlah dikatakan bahan kayu kurang dapat memuaskan untuk dipilih, baik ditinjau dari segi estetika, dimensi, terutama dari segi pekerjaan awal.

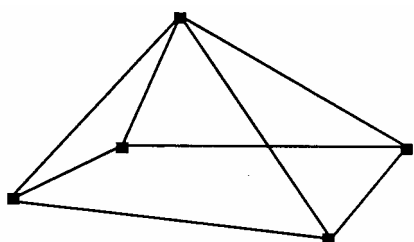
Pilihan ketiga: Bahan Baja

Untuk balok pendukung terdapat berbagai macam pilihan. Truss dapat digunakan, baik berupa profil siku, maupun bentuk pipa. Sambungan mudah dapat dilakukan dengan las untuk pipa. Kalau memakai profil siku dapat dengan sambungan baut maupun las. Truss dapat dipakai satu arah, maupun dua arah. Jika dibandingkan dengan bahan kayu, bahan ini lebih menguntungkan. Dalam arti dimensi jauh lebih kecil, lebih ramping, pekerjaan lebih

mudah. Pada sistem ini dapat pula diterapkan balok induk dan balok anak. Truss tersebut dapat disiapkan di bawah terlebih dahulu, sedangkan sambungannya, dilakukan di atas. Dengan demikian memerlukan alat bantu setempat saja. Kemungkinan lain adalah memakai struktur rangka ruang (space frame). Struktur rangka ruang, ada beberapa macam, tipe seperti misalnya : Mero, Mannesmann, Space Deck, Triodetik dari Fentiman, Unistrut, Pyramroof, Konrad Wachsmann, Stephane Du Chateau disingkat SDC dan sebagainya.

Dari beberapa contoh yang disebut di atas ini, satu tipe yang menarik untuk diterapkan di sini, yaitu tipe struktur rangka ruang sistem Stephane Du Chateau (SDC). Sistem SDC ini menarik karena elemen yang dipakai adalah unit dengan bentuk piramid yang disatukan. Dengan perkataan lain, 8 elemen batang disatukan dengan 5 elemen titik simpul hingga menjadi satu kesatuan yang kokoh dan kuat, dalam bentuk unit piramid.

Sambungannya antara unit mempergunakan baut. Sistem ini memang unik karena sistem yang lainnya menyatukan elemen batang dan elemen titik simpul, langsung satu per satu dan disusun sedemikian rupa hingga menjadi rangka ruang.

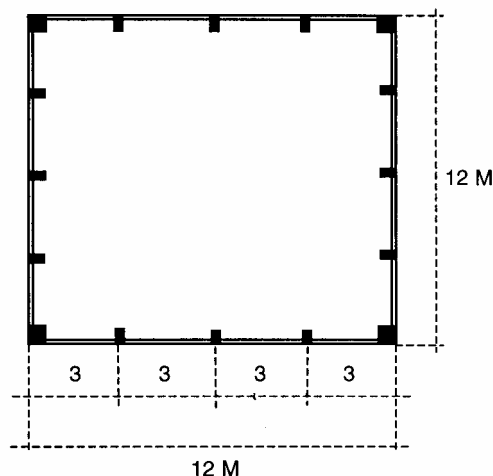


Gambar 2. Unit Struktur Rangka Ruang SDC, Bentuk Piramid

Struktur rangka ruang baja tipe Stephane Du Chateau, sistem SDC ini menjadi pilihan serta acuan dasar dalam membangun rangka ruang pendukung lantai disini. Sedangkan dalam penerapan pelaksanaannya, struktur rangka ruang baja ini dimodifikasi, dengan menggunakan elemen batang dan elemen titik simpul hasil temuan penulis.

PERENCANAAN

Kondisi bangunan yang ada (existing) seperti dapat dilihat pada gambar 3. Denah dengan ukuran 12 x 12 meter persegi dengan modul 3 meter. Bangunan ini mempunyai struktur rangka beton, dengan dinding dari batako. Ketinggiannya 4 meter. Struktur rangka ini, selain untuk mendukung dinding, berfungsi pula untuk tempat kedudukan rangka atap.

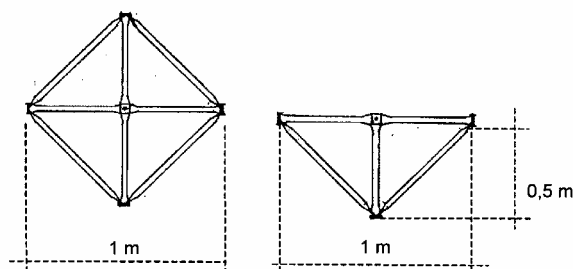


Gambar 3.

Balok cincin yang ada serta tiang beton ini, sangat membantu untuk tempat kedudukan struktur rangka ruang baja. Dalam penerapan struktur rangka ruang, sistem SDC diperlukan besaran satu unit, atau modul. Modul merupakan hal yang penting disini, karena modul ini yang akan menjadi dasar kesatuan dalam membentuk keseluruhan rangka ruang. Untuk ruang dengan ukuran 12 x 12 m², amat memudahkan penentuan modul. Pada gambar 5, dapat dilihat pada denah, atau tampak atas bentuk unit piramid dengan modul 1 meter. Ukuran modul yang dipakai di sini, adalah panjang diagonal dari bujur sangkar. Ukuran tinggi unit piramid, yaitu:

$$T = \frac{1}{30} \ell = \frac{1}{30} \times 12 \text{ meter} = 0,4 \text{ meter (lihat Huthudi hal.}$$

16). Untuk kemudahan dalam pelaksanaan T ditetapkan = 0,5 meter. Dengan demikian, maka batang diagonal akan mempunyai sudut 45°.

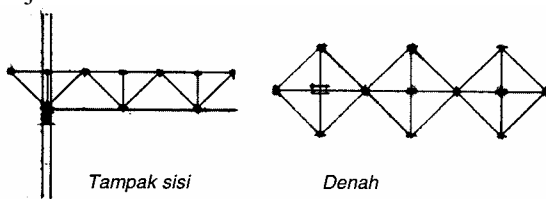


Gambar 4. Denah dan Tampak Sisi

Sebetulnya untuk struktur rangka ruang sistem SDC dengan ukuran hanya 12 x 12 meter persegi ini dibutuhkan 4 titik tumpuan saja. Dengan adanya tiang pada jarak 3 meter dan balok cincin, maka rangka ruang baja ini akan mempunyai tempat kedudukan banyak, yaitu sepanjang ke-empat sisinya. Tempat duduk yang lebih mantap dan aman. Secara teoritis untuk tempat kedudukan ini, dapat dilakukan beberapa macam cara, seperti dikemukakan oleh Stephane Du Chateau, sebagai berikut:

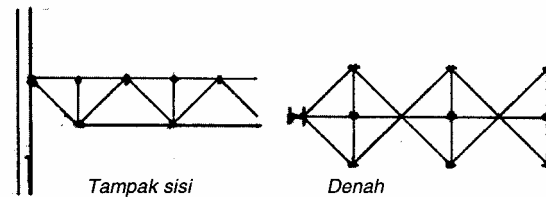
STRUKTUR RANGKA RUANG BAJA SEBAGAI PENDUKUNG LANTAI ATAS (Huthudi)

- a) Sudut lancip unit piramid terbalik diletakkan tepat di atas poros dinding, atau balok cincin. Kolomnya sendiri dapat terbuat dari beton atau baja.



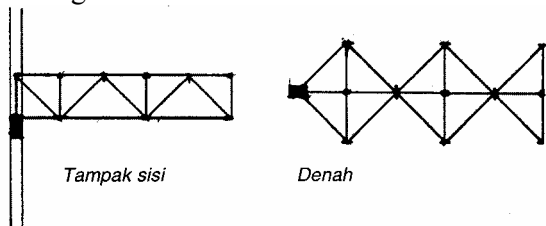
Struktur rangka ruang disini, melampaui dinding batas sebanyak 1/2 modul. Dengan demikian cara peletakan ini, tidak dapat dilakukan disini.

- b) Titik simpul rangka ruang disatukan dengan kolom. Kolom tersebut dapat terbuat dari beton atau baja.



Peletakan cara ini, tidak cocok dengan modul unit piramid

- c) Peletakan rangka ruang di sini cocok dan sesuai dengan modul unit piramid. Ukuran ruang yang ada, yaitu 12 x 12 m². Titik simpul terluar dari rangka ruang berada tepat pada garis poros dinding.

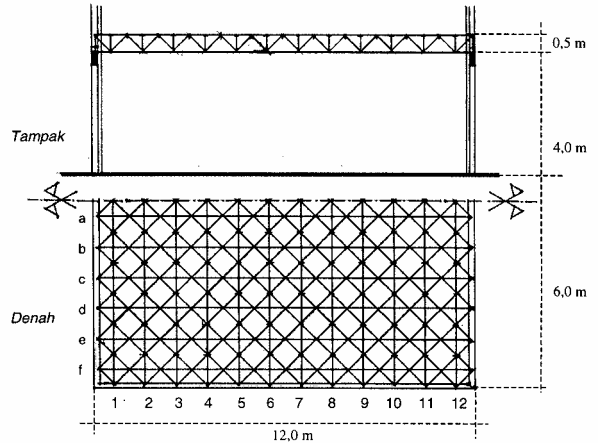


Untuk kelengkapan rangka ruang disini dapat ditambah dengan segitiga yang terdiri dari batang bawah dan batang vertikal, seperti dapat dilihat pada gambar. Dari 3 gambar peletakan yang disebut diatas, maka pilihan jatuh pada gambar ke-3.

Secara garis besar metode membangun rangka ruang baja ini, dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu:

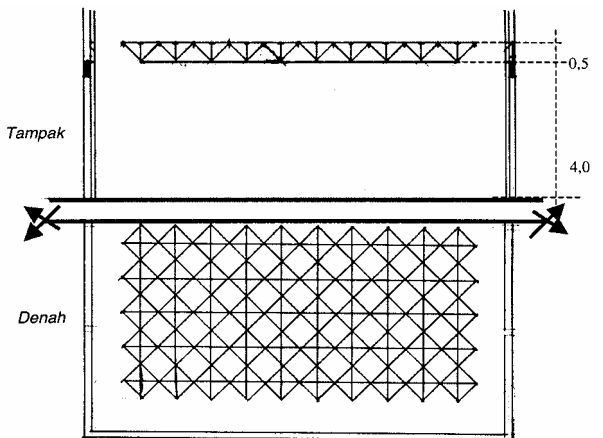
Cara pertama, merakit unit rangka ruang baja langsung pada posisi sebenarnya, untuk dapat melaksanakan pekerjaan ini, maka diperlukan alat bantu setinggi dan seluas ruangan sebagai lantai kerja, sesuai ketinggian yang direncanakan, yaitu 4 meter. Perakitan dengan cara ini, akan membuahkan hasil akhir yang memuaskan. Akan tetapi cara ini

pun membawa akibat, bertambahnya alat bantu yang cukup banyak, tambahan waktu kerja dan sudah tentu biaya bertambah pula.



Gambar 5.

Cara kedua, perakitan dilakukan dibawah dan diatas lantai yang sudah ada. Keadaan ini amat memudahkan perakitan, dan dapat langsung dikerjakan tanpa membuat alat bantu terlebih dahulu, seperti yang dilakukan pada cara pertama tidak memerlukan tangga untuk naik dan turun pekerja serta bahan untuk dirakit.



Gambar 6.

Selain memudahkan perakitan dan pemeriksaan, sambungan pun dapat dilakukan dengan mudah. Setelah perakitan selesai dilaksanakan, maka seluruh rangka ruang diangkat ke atas, sehingga sampai pada posisi yang diinginkan, yaitu 4 meter diatas lantai pertama. Pengangkatan rangka ruang yang sudah dirakit ini, dilakukan dengan mengangkatnya secara manual, yaitu dengan mempergunakan takel. Takel ini digantung pada alat bantu kaki tiga (tripod) atau sejenisnya.

Dari 2 cara pemasangan rangka ruang baja ini, cara kedua menjadi pilihan. Karena cara ini lebih banyak memberikan keuntungan. Perakitan lebih mudah, karena dilakukan pada lantai yang ada. Apalagi lantai yang tersedia ini merupakan bidang

datar. Perakitan dapat langsung dilaksanakan. Tidak perlu ada pemasangan, atau pembuatan lantai kerja lagi. Dengan demikian tambahan waktu kerja dan biaya tidak perlu diadakan. Dalam pilihan ini, ada satu hal yang perlu menjadi perhatian, yaitu perakitan tidak dapat dilakukan secara utuh di bawah. Karena baik panjang maupun lebar dari ke 12x12 unit, tidak dapat tertampung dalam ruang berukuran 12x12 meter persegi. Ada kekurangan ruang sebanyak 2x5 centimeter, yaitu ukuran poros ke poros, atau as ke as pada 2 sisi dinding. Jadi perakitan yang dilakukan di bawah hanya terdiri dari 10 unit rangka ruang untuk tiap sisi saja. Sisanya akan dirakit setelah diangkat keatas.

PELAKSANAAN

Dalam pelaksanaan, acuan awal yang dipakai adalah sistem *Stephane Du Chateau (SDC)*. Akan tetapi kemudian yang telah dikembangkan dan disesuaikan dengan kondisi setempat. Dengan biaya yang terbatas, maka perkembangan sistem ini dilakukan secara non masinal, suatu kerja tangan, manual saja. Walau dikerjakan dengan tangan ukuran diusahakan dengan presisi tinggi untuk menghindari penyimpangan pada waktu perakitan. Pekerjaan persiapan diawali dengan membentuk unit piramid, dan batang bawah. Semua dilakukan di tempat kerja (*workshop*) hingga pengecatan akhir. Setelah siap semua unit diangkat ke lokasi, dan mulai dirakit. Pada dasarnya secara garis besar perakitan dimulai di tantai bawah. Diawali dengan penempatan batang bawah. Kemudian disusun dengan pemasangan unit piramid yang letaknya disesuaikan dengan letak batang bawah.



Foto 2. Unit rangka struktur telah sampai dilokasi dan diletakkan pada sisi dinding. Pada bagian depan dapat dilihat batang bagian bawah.



Foto 3. Perakitan dimulai dengan menyusun rangka batang bawah. Penyusunan ini sesuai pola penempatan unit rangka ruang, sesuai pola yang telah direncanakan.



Foto 1. Unit struktur rangka ruang disiapkan dan disusun ditempat kerja, workshop, yang beradadiluar lokasi. Susunan unit struktur yang telah dicat, siap untuk diangkat ke lokasi pembangunan.

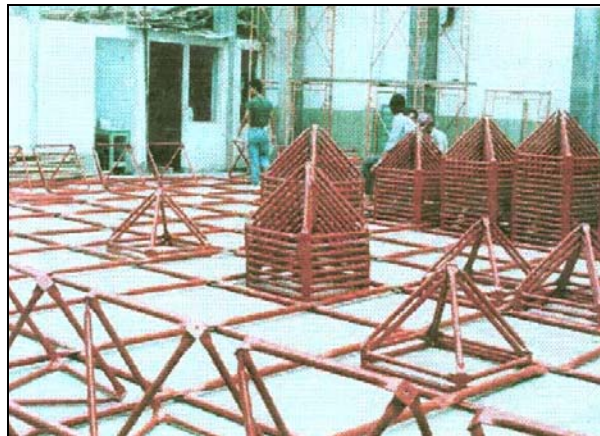


Foto 4. Tindakan berikutnya adalah menempatkan rangka ruang mengikuti pola rangka batang bawah yang telah disusun sebelumnya.

STRUKTUR RANGKA RUANG BAJA SEBAGAI PENDUKUNG LANTAI ATAS (Huthudi)

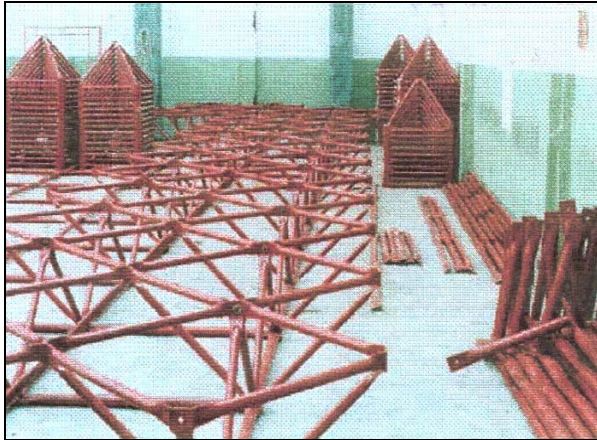


Foto 5. Penyusunan unit rangka batang, disisakan satu unit sepanjang dinding untuk memudahkan pengangkatan

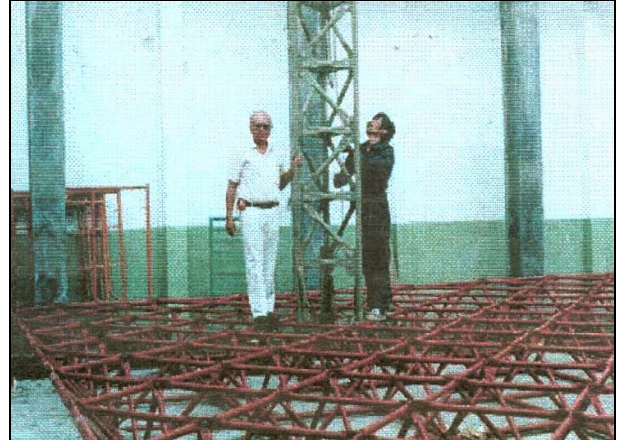


Foto 8. Tiang pengungkit telah berdiri, takel telah digantung diatas. Pengangkatan rangka ruang dapat dilakukan



Foto 6. Selesai perakitan seluruh unit, siap untuk diangkat. Sebelumnya dilakukan pemasangan tiang segitiga atau rangka balok vertikal (space beam), tripod, yang dibagian atas digantungkan takel.



Foto 9. Di tengah pelat segitiga atas digantung takel, alat pengangkat manual yang sangat memudahkan pekerjaan



Foto 7. Mendirikan tiang pengungkit di 4 tempat.

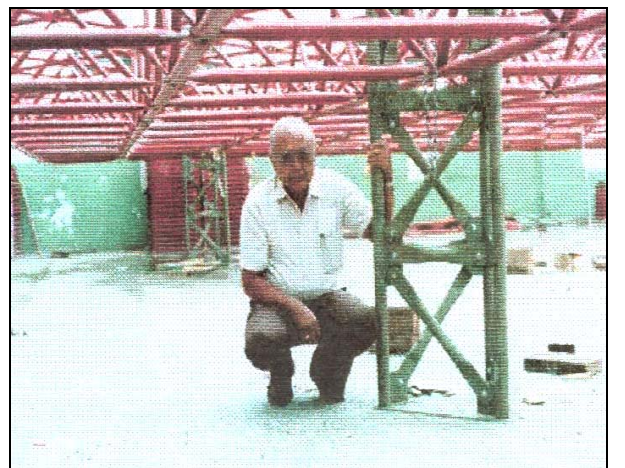


Foto 10. Pengangkatan unit rangka ruang yang telah selesai dirakit mulai diangkat. Posisi pada ketinggian 1 meter

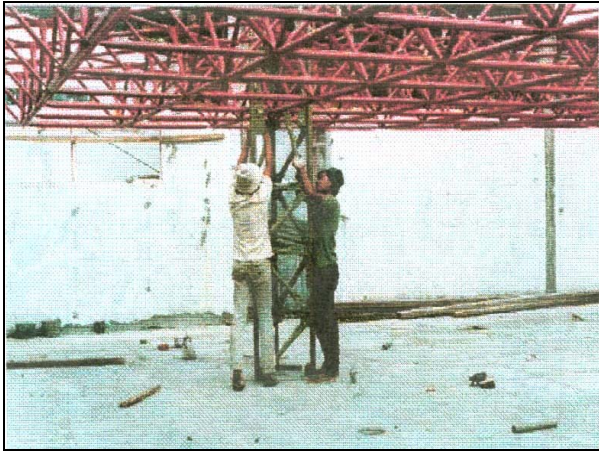


Foto 11. Unit rangka ruang selesai diangkat mencapai ketinggian 2 meter.



Foto 13. Mahasiswa Jurusan Teknik Arsitektur ITB peserta kuliah Struktur dan Konstruksi dari penulis, menikmati struktur rangka ruang.



Foto 12. Penyelesaian pengangkatan pada ketinggian 4 meter. Perampungan perakitan unit rangka ruang baja, sepanjang keempat sisi dinding.



Setelah rangka ruang terpasang, yang berfungsi sebagai rangka pendukung lantai, maka lantai kayupun dapat dipasang. Dengan selesainya pemasangan unit rangka ruang ini, maka satu fase pelaksanaan telah dapat dirampungkan. Penyelesaian fase pekerjaan ini telah dapat dilakukan dalam waktu 10 minggu, yang berarti dapat dipercepat pelaksanaannya selama 2 minggu.

KESIMPULAN

Setelah ditentukan pilihan sistem apa yang dipakai dan bahan yang dipilih, pekerjaan dapat dirampungkan tidak melebihi waktu yang disediakan. Metoda membangun yang dipilih memberi banyak keuntungan, seperti misalnya konstruksi kering, lahan tidak menjadi kotor, basah dan sebagainya. Alat bantu yang sangat sederhana tidak membawa akibat penambahan biaya dapat dilakukan sangat sederhana, tidak boros dan minim sekali. Dalam perakitan waktu yang diperlukan dapat ditekan lebih singkat sebanyak 2 minggu. Tidak perlu ada pekerjaan akhiran (*finishing*) setempat yang dapat memungkinkan lahan menjadi kotor. Tidak perlu adanya ruang tambahan sementara atau bedeng. Setelah terpasang rangka batang tersebut dapat memberikan kesan ringannya struktur rangka ruang ini, dimensi elemen batang yang dipakai adalah pipa dengan ukuran 1,25 inci. Walaupun memberi penampilan, kesan, ringan serta irama yang sejuk, struktur rangka ruang tersebut menyimpan suatu kekuatan dan kekokohan. Dan yang terpenting dari segala ini, adalah biaya ringan sesuai anggaran yang tersedia serta waktu pembangunan yang tidak melebihi jadwal.

Catatan: Joint Rangka Ruang masih dalam proses dimintakan hak patent

DAFTAR PUSTAKA

Chilton, John, *Space Grid Structures Architectural Press*, An Imprint of Butterworth – Heinemann Linacre House, Jordan Hill, Oxford OX2 8DP Great Britain, 2000.

Cowan, H. J. *Structural Systems*. Van Nostrand Reinhold Co. New York. 1980.

Gabriel, J. F. *Beyond The Cube The Architecture of Space Frame and Polyhedra*. John Willey & Sons, Inc. New York. 1997.

Huthudi, *Terjemahan Konstruksi Ruang Baja*, Penerbit ITB Bandung. 1988.