

STEEL CONSTRUCTION TODAY & TOMORROW

(No. 37 Desember 2012)

Publikasi Bersama Federasi Besi dan Baja Jepang dan
Masyarakat Konstruksi Baja Jepang

Versi Bahasa Indonesia

Versi Bahasa Inggris *Steel Construction Today & Tomorrow* diterbitkan tiga kali dalam setahun dan disirkulasikan ke seluruh dunia kepada para eksekutif, perusahaan perdagangan industri, dan organisasi administratif yang berminat. Tujuan utama publikasi ini adalah memperkenalkan standar dan spesifikasi mengenai konstruksi baja, contoh-contoh proyek konstruksi mutakhir, teknologi dan material konstruksi mutakhir dan lainnya di bidang konstruksi bangunan dan keteknik-sipilan.

Agar pembaca Indonesia dapat memahami artikel yang ada, disiapkan versi Bahasa Indonesia yang berisi teks saja, dan dilampirkan pada versi Bahasa Inggris. Dalam versi Bahasa Indonesia, foto, gambar dan tabel hanya ditampilkan judulnya saja. Oleh karenanya perlu merujuk ke publikasi versi Bahasa Inggris untuk melihat isinya. Juga, bila dibutuhkan konfirmasi teknis ataupun rincian yang lebih teknis dari sebuah teks, silakan merujuk ke publikasi versi Bahasa Inggris.

No. 37 Desember 2012: Isi

Proyek Konstruksi Mutakhir
Konservasi dan Restorasi Gedung Stasiun
Tokyo _____ 1

Fitur Khusus: Rumah Kerangka-Baja Prefabrikasi di Jepang
Perkembangan Perumahan Kerangka-Baja di
Jepang _____ 3

Perumahan Kerangka-Baja Prefabrikasi di Jepang:
Perkembangan Teknologi Rumah Kerangka-Baja
Prefabrikasi _____ 6

- Kemajuan Rumah Kerangka-Baja Prefabrikasi
- Sistem Perangkaan
- Sistem Rangka Baja
- Sistem Unit
- Arah Rumah Kerangka-Baja Prefabrikasi Masa Depan

Operasi Luar Negeri Pembuat Rumah Prefabrikasi
Jepang _____ 12

Rumah Kerangka-Baja Memakai Bangun Baja
Ringan _____ 15

Teknologi Aplikasi Baja
Detil Dasar Pengelasan dan Kontrol Pengelasan _____ 18

Konstruksi Baja di Tailand _____ Sampul Belakang

Versi Indonesia: ©Federasi Besi dan Baja Jepang 2012

Federasi Besi dan Baja Jepang
3-2-10 Nihonbashi-Kayabacho, Chuo-ku, Tokyo
103-0025, Jepang
Fax: 81-3-3667-0245 Telpon: 81-3-3669-4815
Alamat email: sunpou@jisf.or.jp
URL <http://www.jisf.or.jp>

(halaman 1~2)

Proyek Konstruksi Mutakhir

Konservasi dan Restorasi Gedung

Stasiun Tokyo

Oleh Atsushi Hayashi, Manajer, Pusat Teknologi Struktur, Dept. Konstruksi, Perusahaan Jalan Rel Jepang Timur; dan Katsuhiko Osako, Deputi Direktur Div. Disain, Korporasi Disain Jalan Rel Jepang Timur

Terletak di Marunouchi di pusat Tokyo, Gedung Stasiun Tokyo sangat dikenal dengan ‘Gedung Stasiun Bata-Merah’ di Jepang. Bangunan yang dirancang oleh Kingo Tatsuno, bapak arsitektur modern Jepang, ini dibuka tahun 1914. Walaupun terdapat penurunan bangunan dari konstruksi tiga lantai menjadi dua lantai sebagai akibat serangan udara selama Perang Dunia Ke Dua yang merusak atap dan dinding luar, stasiun ini telah berfungsi sebagai stasiun utama Tokyo dan merupakan representasi gedung yang dibangun pada era Taisho dan Showa (yang mencakup hampir seluruh abad ke 20).

Dengan latar belakang ini, sisi Marunouchi dari Gedung Stasiun Tokyo ditetapkan sebagai Properti Budaya Penting Jepang pada tahun 2003. Pada tahun 2007, dilakukan sebuah proyek konservasi gedung stasiun eksisting sebanyak mungkin serta mengembalikannya ke tampilan aslinya. Proyek ini berhasil diselesaikan pada bulan Oktobe2 2012.

Sejarah dan Struktur Gedung Stasiun Tokyo

• Tampilan Gedung Asli

Stasiun Tokyo yang menghadap Imperial Palace merupakan struktur dengan panjang 335 m. Pada awal berdirinya, bangunan ini memiliki tiga lantai di atas tanah dan satu lantai yang separuhnya di bawah tanah; bangunan ini juga memiliki bangunan tambahan di bagian belakangnya (pada sisi peron). Luas lantai total adalah 10.500 m². (Foto 1 dan 2)

Foto 1 Tampilan Gedung Stasiun Tokyo pada pembangunan awal (1914)

Foto 2 Kerusakan akibat serangan udara

• Struktur Bangunan Kerangka-Baja

Struktur rangka, seperti pada Gbr. 1, diadopsi untuk konstruksi gedung stasiun. Hampir semua kolom menggunakan balok -I tebal 10 inci.

Gbr. 1 Perangkaan Dinding

Kerangka-baja yang digunakan untuk tiap bagian struktur berbobot 3.135 ton. Rencana pembangunan yang diadopsi menetapkan pemanfaatan produk baja domestik sebanyak mungkin. Produk baja yang disuplai oleh produsen luar negeri digunakan untuk kolom, sementara untuk kebutuhan batang lainnya serta batang penyambung yang banyak dibutuhkan diproduksi oleh pabrik baja Yawata milik pemerintah. Penggunaan produk baja domestik adalah 56%, dan produk baja asing 44% dari kebutuhan. Pemasok terbesar produk baja asing adalah Perusahaan Baja Carnegie dari USA dan Besi & Baja Frodingham dari UK.

Manufaktur dan perakitan kerangka-baja dimulai pada bulan 1909, dan instalasi keseluruhan kerangka-baja diselesaikan pada bulan September 1911 (Foto 3).

Foto 3 Instalasi kerangka-baja

Survei lokasi Gedung Stasiun Tokyo yang dilakukan pada tahun 1988 menemukan kerusakan setempat dan beberapa masalah struktural. Namun demikian, kenyataannya adalah bangunan ini tetap berada dalam kondisi baik sebagai struktur kerangka-baja/bata bahkan 75 tahun setelah pembangunannya.

Restorasi Bangunan Stasiun Historis

Tujuan utama restorasi adalah untuk menambahkan ketahanan gempa yang memadai. Disain restorasi dibuat sedemikian sehingga sekalipun dalam gempa bumi kelas terbesar, retak dinding bata dimungkinkan tetapi bangunannya sendiri harus tetap dapat dipergunakan tanpa perbaikan skala besar.

Pemeriksaan ekstensif atas ketahanan gempa menunjukkan hasil sebagai berikut: dengan mengadopsi metode isolasi-dasar, hampir tidak diperlukan perkuatan seismik. Dengan kata lain, apabila yang digunakan perkuatan seismik konvensional, sekitar separuh dinding dalam akan membutuhkan perkuatan. Konsekuensinya, diputuskan untuk mengadopsi metode isolasi-dasar demi meningkatkan keamanan struktur, kebebasan aplikasi dan akurasi konservasinya. (Foto 4)

Foto 4 Sistem isolasi-dasar (laminasi isolasi dasar dan

peredam minyak) diadopsi untuk memberikan ketahanan seismik pada Gedung Stasiun Tokyo yang diperbaharui

Bangunan Historis yang Diperbaharui

Konservasi dan restorasi Gedung Stasiun Tokyo yang historis berhasil diselesaikan dengan baik dengan menambahkan struktur isolasi-dasar —sebuah contoh teknologi kontemporer—pada struktur asli kerangka-baja/bata yang merupakan sebuah contoh teknologi paling mutakhir di Jepang di tahap awal penyerapan arsitektur modern gaya Eropa. *Grand opening* Gedung Stasiun Tokyo (sisi Marunouchi) dilakukan pada tanggal 1 Oktober 2012, yang merupakan reproduksi tampilannya pada tahun 1914 pada tahap konstruksi (Foto 5).

Foto 5 Gambar tampilan pada saat penyelesaian (2012)



Fitur Khusus: Rumah Kerangka-baja Prefabrikasi

(halaman 3~4)

Perkembangan Perumahan Kerangka-baja Prefabrikasi di Jepang

oleh Shuichi Matsumura

Profesor, Sekolah Keteknikan, Universitas Tokyo

Studi mengenai ruang lantai total dari sebuah konstruksi bangunan di Jepang menunjukkan bahwa sekalipun struktur kayu selama ini banyak digunakan, dalam periode lonjakan ekonomi saat ini, struktur kerangka-baja tiba-tiba menduduki tempat pertama. Saya yakin bahwa di tengah pasar konstruksi dunia, hanya di Jepang struktur kerangka-baja merupakan konstruksi terbesar secara nasional, melampaui struktur beton bertulang dan struktur kayu. Dapat dikatakan bahwa secara unik Jepang merupakan “negara yang cocok untuk stuktur kerangka-baja”

Saat membicarakan struktur yang mewakili bangunan baja di Jepang, banyak orang teringat akan bangunan tinggi perkantoran seperti Gedung Kasumigaseki, bangunan tinggi skala penuh di Jepang yang diselesaikan pada tahun 1967. Sebagian memperhitungkan bangunan-bangunan menengah yang tersebar, yang dibangun dengan memasang panel-panel ALC menjadi perangkaan yang terdiri dari kolom pipa

baja kotak dan balok profil H. Akan tetapi, kedua jenis struktur baja ini belum mengisi porsi terbesar keseluruhan konstruksi baja. Masih ada jenis konstruksi baja lainnya yang mengisi porsi besar ruang lantai konstruksi bangunan baru. Jenis ini terdiri dari bangunan rendah kerangka-baja prefabrikasi seperti rumah kerangka-baja dan gedung-gedung apartemen.

Bangun Baja Ringan untuk Struktur

Sejarah perumahan kerangka-baja prefabrikasi bermula pada tahun 1955 ketika bangun baja ringan diproduksi di dalam negeri dengan cara cetak dingin. Setelah Era Meiji (1968~1912), perkembangan industri baja Jepang dijadikan prioritas nasional dengan dasar kebutuhan publik. Akan tetapi, dengan berakhirnya Perang Dunia II dan gencatan perang dalam Perang Korea, terdapat sentimen untuk industri baja untuk menggali sumber-sumber baru yang membutuhkan baja, misalnya untuk kebutuhan pribadi untuk menggantikan kebutuhan militer.

Dengan situasi demikian, perhatian dicurahkan pada pasar konstruksi bangunan, yang diperkirakan akan bertumbuh pesat. Dalam rangka membangun pasar baru untuk baja bagi konstruksi bangunan, dibutuhkan pengembangan teknologi untuk memproduksi bangun-bangun ringan seperti baja kanal dlsb dengan lembaran baja cetak dingin dengan ketebalan 2~6 mm.

Segera setelah terdapat produksi domestik untuk bangun ringan dengan cetak dingin, industri baja Jepang dengan segera mengembangkan aplikasi untuk bangun-bangun tersebut. Asosiasi Kerangka-baja Ringan diprakarsai oleh Kozai Club (asosiasi untuk pengembangan pasar baja yang kemudian bergabung dengan Federasi Besi dan Baja Jepang). Figur-figur terdepan dan periset-periset muda di bidang arsitektur serta ahli-ahli di berbagai bidang, dari teknik struktur dan perencanaan hingga disain arsitektur, berpartisipasi dalam kegiatan Asosiasi. Tujuannya adalah untuk mendisain petunjuk untuk rumah, bangunan sekolah dan bangunan rendah lainnya yang mempergunakan bangun ringan dan untuk mengembangkan metode struktur termasuk detail penyambungan. Selain itu, disain uji coba dan format konstruksi dengan cepat terkumpul.

Rumah Prefabrikasi dengan Bangun Baja Ringan

Sejak sekitar 1960 ketika usaha ini mulai menunjukkan hasil, pasar perumahan mulai menunjukkan tanda-tanda pertumbuhan yang cepat, dan banyak perusahaan yang sebelumnya bergerak di

bidang selain perumahan mulai berpindah memasuki pasar yang menjanjikan ini. Perusahaan-perusahaan yang maju dalam bidang industri baja, kimia dan peralatan rumah tangga berfokus pada produksi dan suplai rumah industri prefabrikasi, berkebalikan dengan rumah kerangka kayu yang mengandalkan keahlian pertukangan. Konsekuensinya, perusahaan ataupun pengembang, mengarahkan perhatiannya pada potensi aplikasi bangun-bangun ringan yang mulai memasuki pasar. Pada waktu itu, bangun-bangun ringan sudah mulai dipasarkan oleh raksasa industri baja dalam bentuk potongan struktur siap pakai untuk konstruksi bangunan.

Walaupun metode yang diterapkan oleh para pengembang struktur ringan berbeda-beda, metode perangkannya hampir sama—kanal dan pipa kotak digunakan untuk kolom, sementara kanal dan profil-H ringan digunakan untuk struktur rangka dan perangkaan lateral. Dibandingkan dengan metode dinding beton pracetak, metode perangkaan baja ini menjadi populer karena fleksibilitasnya dalam mengikuti pengaturan ruang sebagaimana yang diijinkan dalam metode perangkaan kayu. Hasilnya, pengembang kerangka-baja prefabrikasi mengarahkan pasarnya tidak hanya dalam hal volume penjualan tetapi juga dalam peningkatan fleksibilitas pembagian ruang sehingga menggiring mereka menjadi terdepan dalam pasar perumahan di Jepang.

Di awal pertumbuhan rumah kerangka-baja prefabrikasi sekitar 1960, terdapat beberapa rumah yang menunjukkan “fitur baru” yang dianggap cukup aneh bagi sebagian orang yang terbiasa dengan perumahan kayu konvensional. Karena sambungan antara panel dinding sebelumnya secara jelas terlihat dari luar rumah, pendekatan baru dimana dinding luar ditutup dengan aluminium dan material lainnya mengejutkan banyak orang. (Lihat Foto 1~4). Di samping itu, karena di tempat produksi prefabrikasi tidak ada produksi masal sebelumnya dan juga karena hanya sedikit jenis batang struktur yang diproduksi, maka hanya terdapat sedikit variasi konfigurasi dinding luar. Sebagai contoh, katalog pada masa itu hanya menggambarkan denah satu atau dua lantai.

Foto 1 Sebuah rumah kerangka-baja prefabrikasi di periode awal dan dipasarkan 1960. Dinding aluminium yang indah, rangka jendela baru, talang dan penopang plastik sangat impresif

Foto 2 Sebuah rumah prefabrikasi pada paruh pertama tahun 1960 yang dipertahankan dalam institute riset

sebuah pengembang

Foto 3 Rumah Boncel, salah satu rumah prefabrikasi di periode awal, yang ditawarkan untuk sebuah ruang kerja terpasang di taman. Bangunan ini dipamerkan di institut riset sebuah pengembang

Foto 4 Salah satu rumah kerangka-baja yang dikembangkan pada tahun 1961

Pada paruh kedua tahun 1960-an, disain rumah prefabrikasi mengadopsi metode yang digunakan untuk rumah kayu. Pilihan ‘denah-siap-bangun’ dalam katalognya digantikan dengan sistim disain fleksibel yang memungkinkan keinginan pembeli rumah dapat dituangkan ‘sesuai-permintaan’ Kepentingannya kemudian lebih ditekankan pada bagaimana merealisasikan mimpi para pembeli ke dalam konstruksi rumahnya, dibandingkan dengan persiapan disain rumah masa depan yang digambar oleh arsitek, ahli struktur and professional lainnya. Hasilnya, perumahan kerangka-baja prefabrikasi diterima dalam pasar perumahan Jepang dan rumah prefabrikasi dibangun di masyarakat sebagai jenis perumahan baru yang berbeda dengan perumahan kayu.

Bangunan Prefabrikasi Sebagai Produk Masal

Pada tahun 1970, hanya 10 tahun setelah banyak perusahaan memasuki pasar perumahan kerangka-baja prefabrikasi, beberapa diantaranya menjual lebih dari 10.000 rumah pada tahun itu. Pada tahun 1980-an walaupun guncangan minyak (*oil shock*) dan kejadian lainnya mengakibatkan lingkungan operasional yang parah, jumlah pengembang yang memproduksi dan menjual lebih dari 10.000 rumah bertambah, dan kemudian mengembangkan bangunan rumah dengan lantai sebanyak tiga atau lebih dengan menggunakan kerangka-baja ringan (Foto 5).

Berdasarkan konsep menggunakan rasio bengkel-produksi untuk mencapai tingkat performa biaya yang sesuai untuk perumahan prefabrikasi, dikembangkanlah turunan metoda struktur baru: salah satunya adalah metode disain panel besar, dan yang lainnya adalah metode unit dimana ruangan-ruangan di rakit di bengkel (Foto 6). Hasilnya, perumahan yang dipasok oleh pembuat rumah prefabrikasi menjadi produk masal dan dipasarkan secara masal

Foto 5 Contoh rumah 3-lantai dengan sistim kerangka baja berat rijid

Foto 6 Dari sekitar tahun 1970, usaha besar ditujukan untuk mengembangkan metode struktural yang

mendorong pertumbuhan prefabrikasi (foto: contoh jalur produksi rumah sistim unit)



Terakhir, saya ingin mengomentari tugas yang dihadapi para pembuat rumah. Dalam kondisi perumahan yang menurun, kita perlu memperhatikan penggunaan efektif sistim struktur tertutup. Dalam kondisi sekarang sistim demikian tidak lagi rasional ataupun praktis; kenyataannya banyak kasus dimana sistim ini malah membebani pengembang.

Akan tetapi, karena perusahaan-perusahaan ini telah memiliki begitu banyak pengetahuan yang spesifik selama 50 tahun dalam hal sistim struktur tertutup, saya menyimpulkan bahwa sudah saatnya bagi mereka untuk berhenti menggunakan sistim tertutup dan untuk bekolaborasi dalam memasarkan sistim terbuka yang dapat meningkatkan pembangunan berkelanjutan dari industri perumahan kerangka-baja prefabrikasi secara keseluruhan.

Ucapan terima kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada perusahaan-perusahaan di bawah ini atas kerjasama yang baik dalam menyediakan foto dan gambar yang digunakan dalam artikel ini: Sekisui House, Ltd., Daiwa House Industry Co., Ltd., PanaHome Corp., Asahi Kasei Corp. dan Sekisui Chemical Co., Ltd.



(Halaman 5~13)

Perumahan Kerangka Baja Prefabrikasi di Jepang

oleh Asosiasi Pemasok dan Manufaktur Konstruksi Prefabrikasi

—Perkembangan Teknologi Rumah Kerangka-Baja Prefabrikasi—

Kemajuan Perumahan Kerangka-baja Prefabrikasi

Di Jepang, produksi bangun baja ringan dimulai akhir 1950-an. Bangun ini mendapat perhatian untuk dijadikan produk baja baru untuk digunakan dalam konstruksi bangunan.

Asosiasi Kerangka-baja Ringan didirikan pada tahun 1955 di bawah pengawasan Kozai Club (sebuah asosiasi pembuat dan penjual baja di Jepang) dengan

fokus penelitian dan pengembangan aplikasi bangun baja ringan dalam konstruksi bangunan skala kecil. Walaupun pada awalnya bangun baja ringan digunakan untuk reng, pelapis dan struktur sekunder lainnya, Riset dan Pengembangan dari Asosiasi ini melakukan usaha terus menerus yang kemudian menggiring kearah penggunaan untuk struktur inti seperti balok, kolom dan rangka. Teknologi disain dan konstruksi yang dihasilkan oleh Riset dan Pengembangan ini menjadi awal disain struktur rumah kerangka-baja prefabrikasi.

Karena perangkaan struktur dengan bangun baja ringan menyerupai metode perangkaan kayu konvensional di Jepang, banyak perusahaan yang kemudian mencoba mengembangkan sendiri rumah kerangka-baja prefabrikasi. Hasilnya, rumah kerangka-baja prefabrikasi mencapai 80% dari keseluruhan pengembangan perumahan prefabrikasi di Jepang, bahkan hingga saat ini.

Struktur eksterior dan interior rumah kerangka-baja prefabrikasi dimanufaktur di pabrik sehingga menawarkan kontrol mutu tingkat tinggi. Hasilnya, produsen dapat memasok struktur mutu tinggi dari pabrik secara stabil dan konstan, dan selain melakukan pencetakan, pemotongan, pengeboran dan pengelasan, juga menyediakan pelapisan tahan karat tingkat tinggi.

Pekerjaan pengelasan, pemotongan dan pengeboran tidak lagi dibutuhkan di lokasi konstruksi rumah karena struktur dibuat di bengkel dengan akurasi dimensi dikirim untuk dirakit di tempat, sehingga dihasilkan bangunan dengan kualitas tinggi

Beberapa metode struktur utama untuk rumah kerangka-baja prefabrikasi adalah sistim kerangka panel, sistim kerangka, panel kerangka kombinasi, sistim kerangka kaku dengan kerangka naja berat dan sistim unit. Pengembang yang menawarkan berbagai sistim struktur mempromosikan pembangunan rumah dan proyek perumahan yang memenuhi aplikasi bangunan khusus dan kebutuhan wilayah. (Lihat Foto 1)

Sistim struktur ini awalnya dikembangkan oleh berbagai pembangun rumah prefabrikasi. Sekalipun sistim perangkaannya sama, sistim struktur yang ditawarkan tiap pengembang berbeda.

Sistim struktur utama yang diadopsi untuk rumah kerangka-baja prefabrikasi oleh pembangun rumah prefabrikasi digambarkan di bawah ini:

Foto 1 Representasi Rumah kerangka-baja prefabrikasi di Jepang

Sistim Perangkaan

• Sistim Kerangka Panel

Salah satu sistim perangkaan tipikal dalam kategori ini adalah sistim kerangka-panel yang dikembangkan pada tahun 1960 oleh Sekisui House Co., Ltd. Sistim ini terutama menggunakan baja ringan profil-C. Pada waktu rumah-rumah pada umumnya masih terbuat dari kayu, maka rumah-rumah yang dibangun dengan struktur baja, aluminium dan plastik untuk material utamanya terlihat sangat inovatif.

Pada tahun 1961, perusahaan ini mengembangkan rumah-rumah pertamanya dengan struktur baru dengan performa tinggi dan dengan disain struktur baru (Foto 2). Banyak perbaikan-perbaikan sejalan dengan waktu, yang melampaui pengembang pesaing lainnya, yang diterapkan ke dalam disain baru ini. Khususnya, diadopsinya modul metrik (1.000 mm), dan, untuk menambah pengembangan secara vertikal, ketinggian langit-langit dinaikkan menjadi 2.4000 mm, 300 mm lebih tinggi daripada standar ketinggian minimum yang dituangkan dalam Peraturan Standard Bangunan. Panel lapis yang terdiri dari *styrene foam* dan aluminium diaplikasikan untuk dinding luar untuk meningkatkan isolasi panas. Karena atap yang digunakan adalah atap *gable* sederhana, gelagar perlu diperpanjang untuk menambah jarak talang sekitar 1 m; ini untuk mengurangi dampak curah hujan selama musim hujan dan mencegat sinar matahari selama musim panas.

Jendela-jendelanya menggunakan *sash* aluminium untuk meningkatkan presisi dalam instalasinya. Untuk *finishing* interior, bagian-bagian plastiknya diganti dengan potongan kayu yang banyak digunakan untuk rumah-rumah awal, sehingga lebih sesuai dengan selera orang Jepang. (Gbr. 1)

Pada tahun 1962, dikembangkan rumah dua-tingkat dengan sistim baru dengan bentuk tumpang-tindih, adan pada tahun 1964, dikembangkan rumah dua-tingkat dengan lantai terpisah (*split level*) dengan performa yang lebih baik dan tetap menggunakan sistim perangkaan baja semula (Foto 3). Sistim yang baru menghasilkan disain struktur yang efektif yang tidak hanya memenuhi kebutuhan pembeli rumah dalam keluwesan penentuan lokasi lantai dua dan pengaturan ruang, tetapi juga memenuhi spesifikasi legal. (Foto 4)

Dalam sistim baru, dinding penahan terdiri dari bresing baja (dapat berputar untuk ketahanan gempa) yang dirakit dalam bentuk-K dan diatur terpisah pada lantai 1 dan 2 untuk kompatibilitas antara kebebasan

disain dengan kekuatan struktural.

Pada tahun 2003, dikembangkan sebuah rumah dengan isolasi-dasar yang menarik perhatian karena menunjukkan ketahanan gempa tingkat tertinggi. Selanjutnya, ditingkatkan usaha-usaha riset dalam teknologi kontrol-respon dengan performa biaya yang sangat baik, dan pada tahun 2007 dalam disain rumah diterapkan sistim penyerapan energi gerakan seismik yang mereka kembangkan sendiri. Sistim ini menyerap getaran gempa dengan menggantikan beberapa dinding penahan yang sebelumnya berfungsi sebagai struktur penahan gempa dengan kerangka penyerap energi gerakan gempa yang mengandung peredam khusus (Foto 5 dan 6). Pengembangan sistim penyerapan energi gempa ini memungkinkan sistim rumah dengan kerangka panel untuk menghasilkan performa tahan gempa yang lengkap: ketahanan gempa, kontrol respon dan isolasi dasar.

Gbr. 1 Garis Besar Sistim Kerangka Panel
Foto Sistim kerangka panel yang mula-mula dipasarkan

Foto 3 Sisim kerangka panel awal

Foto 4 Jalur produksi sistim kerangka panel di bengkel

Foto 5 Sisim perangkaan tempat dirakitnya peredam

Foto 6 Sistim penyerapan energi gempa

• Sistim Kombinasi Perangkaan-Panel

Sistim yang tipikal dalam kategori ini adalah sistim kombinasi perangkaan-panel yang dikembangkan oleh Daiwa House Industry Co., Ltd. Perumahan kerangka-baja prefabrikasi yang menerapkan sistim kombinasi ini mengurangi pekerjaan di lokasi dan waktu konstruksi dengan cara menyelesaikan panel-panel dinding (bagian eksterior, material isolasi panas dan substrat interior) dan memasangnya pada kerangka-baja di bengkel untuk kemudian dirakit di lokasi konstruksi. Konsep dasar ini belum berubah sejak dikembangkan. (Gbr. 2~4)

Karena ada kebutuhan untuk menyambung tiap panel dengan struktur tertutup dengan menggunakan bagian eksterior dan substrat interior, konektor Profil kanal (kolom) diperlukan di antara panel. Dan, dalam menyambung panel ke pondasi beton bertulang dan gelagar atas, perlu untuk menamam mur pada panel dan menyiapkan material penyambung terlebih dahulu. Kerangka rumah dapat dibangun dengan panel modul pilihan bahkan dengan denah yang memiliki sudut dalam dan luar, dengan menyesuaikan dengan ketebalan kerangka panel serta dengan mengambil

garis datum di tengah panel dinding eksternal

Pendekatan ini yang menjadi dasar sistem kombinasi perangkaan-panel. Ukuran modul ditetapkan 940 mm, mendekati 945 mm, setengah ukuran tikar tradisional Jepang *tatami*. Selain itu, ukuran modul 940 mm diambil dari pandangan bahwa ukuran 1.820 mm, dua kali ukuran dinding luar yang ada pada masa itu, dapat digunakan tanpa ada yang terbuang. (Bila gap sebesar 60 mm antar konektor ditambahkan ke 1.820 m, ukuran total menjadi 1.880 mm, dan setengah dari 1.880 adalah 940 mm)

Akan tetapi, untuk meningkatkan efisiensi dimensi struktur interior panel lantai dan langit-langit, dan bukannya efisiensi struktur dinding eksterior, ukuran modul 940 mm dimodifikasi menjadi 910 mm, yang merupakan ukuran rata-rata bagian struktur yang ada saat ini. Garis datum, yang awalnya berada di tengah inti struktur, ditempatkan di sisi dalam struktur untuk mengurangi penggunaan panel-panel khusus untuk tepian langit-langit dsb. Hasilnya, rencana dan detail rencana dirubah menjadi seperti dalam Gbr. 5 (jenis yang sudah diperbaiki)

Rencana awal untuk perumahan prefabrikasi 2-lantai dengan banyak ruangan sudah diperbaiki untuk memungkinkan ruang dan bukaan luas agar dapat dilakukan sistem pengakuan parsial untuk struktur (perangkaan lateral dan panel penunjang kekuatan tinggi).

Dalam konstruksi perumahan 3-lantai, sementara sistem kombinasi perangkaan panel memiliki beberapa kesulitan dalam memenuhi permintaan setiap pembeli rumah, sistem ini memiliki keuntungan dapat dibangun di lokasi sempit di daerah perkotaan.

Gbr. 2 Metode Kombinasi Perangkaan Panel

Gbr. 3 Perakitan Panel Sistem Kombinasi Perangkaan Panel

Gbr. 4 Rencana Sistem Kombinasi Perangkaan Panel

Gbr. 5 Rencana Sistem Kombinasi Perangkaan Panel (Sistem yang Diperbaiki)

Sistem Kerangka Rigid

• Struktur Sistem Kerangka Rigid

Karakteristik sistem kerangka rigid adalah struktur kerangka rigid dari Asahi-Kasei Homes Corporation. Dalam sistem ini, balok profil-H disambung langsung ke kolom pipa baja kotak dengan bentuk bresing ujung, dan sambungan rigid dilakukan dengan menggunakan baut khusus kekuatan-tinggi. Sistem perumahan ini lah

yang memungkinkan struktur kerangka rigid prefabrikasi dengan modal bagian-bagian dan kerangka sederhana yang diproduksi massal; sementara dengan metode konvensional struktur perumahan kerangka rigid semakin sulit.

Pada tahun 1985, sistem perumahan kerangka rigid baru diselesaikan dengan metode aslinya yang menggunakan sambungan balok-kolom dan dasar kolom. Yang terakhir, metode dasar kolom tipe terbuka diadopsi dimana dasar kolom dijepit dengan menuangkan mortar dari *washer* khusus; untuk penyambungan kolom-ke-kolom, digunakan penyambungan baut tanpa las (metode *column coupler*). Sistem ini menampilkan sistem pembangunan rumah di-tempat tanpa las. (Gbr. 6)

Dibandingkan dengan struktur bresing, sistem kerangka rigid menawarkan kebebasan lebih besar dalam rancang bangunnya, dan pada tahun 1986, sebuah rumah bertingkat-3 yang dibangun dengan sistem ini mulai dipasarkan, yang kemudian mendorong pengembangan pasar rumah 3-lantai. (Foto 7). Di samping itu, karena pelapisan tahan-api dapat dengan mudah dilakukan untuk struktur kerangka rigid 3-lantai dibandingkan dengan struktur bresing, pasar dengan mudah menerima rumah sistem kerangka rigid 3-lantai sebagai metode perangkaan rumah apartemen ukuran sedang, sehingga mendorong pengembangan pasar perumahan apartemen tingkat menengah.

Rentang ukuran struktur yang dapat diaplikasikan kemudian diperbesar agar dapat mengembangkan sistem kerangka rigid dengan kolom pipa baja kotak 250-mm. Tiga hingga lima struktur lantai yang menggunakan sistem ini tidaklah semata-mata digunakan untuk apartemen tetapi juga untuk struktur komposit untuk gabungan toko dengan apartemen.

Saat ini, sistem perangkaan rigid menggunakan kolom pipa baja 150-mm dan memasok berbagai rumah untuk pasar perumahan 3~4 lantai, sehingga memenuhi kebutuhan rumah perkotaan ukuran menengah yang sangat besar (Foto 8~10).

Gbr. 6 Struktur Sistem Kerangka Rigid

Foto 7 Rumah 3-lantai dengan sistem kerangka rigid

Foto 8 Rumah perkotaan jenis 3-lantai dengan sistem kerangka rigid

Foto 9 Model untuk pameran rumah dengan sistem kerangka rigid

Foto 10 Rumah 4-lantai komposit dengan sistem kerangka rigid

Sistim Unit

• Sistim Unit Baja

Diantara sistim unit yang ada adalah sistim unit baja yang dikembangkan oleh Sekisui Chemical Co., Ltd. Dalam sistim ini, suatu struktur perumahan dibagi ke dalam multi unit struktur, yang dikerjakan di bengkel sampai tahap hampir jadi. Unit-unit ini kemudian diangkut ke lokasi konstruksi dan dirakit untuk dijadikan rumah. Pada masa tingginya kebutuhan akan rumah, sistim unit baja dengan produksi bengkelnya yang tinggi dapat memproduksi perumahan dengan performa tinggi dan kualitas tinggi.

Rumah dengan sistim unit baja pertama dipasarkan pada tahun 1971. Sistim ini memanfaatkan banyak unit struktur kerangka-baja kotak prefabrikasi bengkel. Perakitan tiap unit mudah dilakukan, sehingga memungkinkan memenuhi kebutuhan untuk rumah terpisah dengan perencanaan dan spesifikasi yang kompleks. (Foto 11~13)

Rumah-rumah awal jenis ini mengadopsi dimensi standar 80 mm (sekarang 900 mm)—sistim sederhana sehingga unit struktural berukuran 2.400 mm lebar, 5.600 mm panjang (dimensi luar: 5.000 mm) dan 2.700 mm tinggi dapat diatur mengikuti rancang-bangun dan elevasinya. Perbedaan kondisi pembebanan pada lantai 1 dan 2 dapat dipenuhi dengan merubah ukuran potongan dan ketebalan dinding dari kolom dan balok yang dipakai. Fitur nyata rumah jenis ini adalah dinding eksterior *gable* yang menjorok dari sisi unit *gable*, yang memungkinkan penyambungan yang pas tiap unit dan penggunaan ruang simpan. (Gbr. 7 dan 8)

Untuk memenuhi kebutuhan yang semakin berragam dalam hal rancang-bangun, harga dan disain, jenis unit yang disediakan diperbanyak dan metode perakitan unit-unit ini dikembangkan. Berikut ini ditunjukkan tiga jenis karakteristik:

- Sub-unit: Unit ini berukuran setengah lebar unit standar. Unit ini menambah kebebasan disain dalam hal luar lantai dan lokasi bangunan.
- Metode atap: Metode ini digunakan untuk membangun atap bentuk segi-tiga. Berragam bentuk atap dapat diselesaikan dalam satu hari dengan membagi bagian-bagian struktur menjadi unit atap dan panel.
- Metode balok tinggi: Metode ini memungkinkan seksi kolom tengah, yang terdiri dari empat unit untuk lantai 1, untuk dapat dipindahkan dengan penulangan di-lokasi pada seksi balok lantai 2. Pendekatan ini memungkinkan tersedianya ruang besar (sama dengan ukuran 33 tikar *tatami*) tanpa adanya dinding dan

kolom. Ini adalah fitur yang tidak ada dalam perumahan konvensional (Foto 14)

Foto 11 Rumah dengan sistim unit

Foto 12 Instalasi struktur unit

Foto 13 Jalur produksi untuk perumahan sistim unit

Foto 14 Metode balok tinggi

Gbr. 7 Struktur Sistim Unit

Gbr. 8 Modul Sistim Unit Tahap-awal

• Sistim Unit

Sistim jenis unit lainnya adalah yang dikembangkan oleh Misawa Homes Co., Ltd. Pengembangan sistim ini dimulai dengan kesertaan perusahaan ini dalam “Kompetisi Proposal Rumah 55” yang disponsori oleh Menteri Konstruksi dan Menteri Perdagangan Luar Negeri dan Industri pada tahun 1976. Sistim perumahan Misawa berupa struktur kerangka-baja rijid dengan dinding penahan baru “multifungsi” (dinding ALC) yang menonjolkan performa sangat baik dalam hal kekuatan struktur, ketahanan-api, dan isolasi panas dan suara (Foto 15, Gbr. 9).

Pada tahun 1989, Misawa Homes meningkatkan sistim perumahan tipe unit dengan mengembangkan sistim kerangka-baja rijid unit kapsul (boks), dimana tiap unit kapsul disiapkan dalam bentuk struktur boks cangkang-tunggal yang lengkap. Tiap unit kapsul menggunakan pipa baja kotak 125-mm untuk kolom dan kanal baja ringan 175-mm untuk balok: bagian-bagian ini disambung-las untuk membentuk struktur boks kerangka rijid tunggal untuk tiap bentang dan lapis; dan struktur boks ini kemudian di sambung secara vertikal dan horizontal, dengan baut dan baut angkur untuk menyelesaikan struktur rumahnya.

Tiap kerangka kapsul menanggung beban gaya vertikal dan horizontal akibat gempa bumi dan angin, sehingga memudahkan perencanaan rumah dimana tiap elemen penahan dapat diatur seimbang dan dinding penahan dapat diatur untuk menghasilkan kebebasan penyediaan ruang antara lantai dengan langit-langit.

Tujuan utama pengembangan metode kapsul ini adalah untuk mendorong industri perumahan dan mempercepat konstruksi rumah. Sistim uit kapsul yang baru memungkinkan pengerjaan instalasi di pabrik tidak hanya dinding luar dan struktur luar saja tetapi juga partisi dalam dan *fitting* dalam, sehingga secara dramatis meningkatkan kemajuan “industrialisasi”. Tingkat industrialisasi yang lebih tinggi juga memungkinkan stabilnya kualitas dan berkurangnya pekerjaan konstruksi di lokasi sehingga waktu

pekerjaan menjadi lebih singkat. (Foto 16)

Di lokasi konstruksi, pengembangan metode sambungan dan sistem pelaksanaan konstruksi lainnya sekarang memungkinkan penyambungan unit kapsul atas dan bawah. Serta unit kapsul yang bersebelahan, dengan hanya menggunakan satu baut kekuatan tinggi per kolom. Hasilnya, dibuat proses yang memungkinkan pekerjaan pembangunan hingga kedap air semua unit yang disambung diselesaikan dalam satu hari (Foto 17).

Gbr. 9 Proses Produksi Dinding Luar Menggunakan Panel ALC Multi-Fungsi

Gbr. 10 Garis Besar Perakitan Sistem Unit

Foto 15 Rumah yang menggunakan sistem unit kerangka-baja rijid (struktur rumah kombinasi antara dinding penahan/kerangka baja rijid)

Foto 16 Gambar struktur dinding lapis-ganda sistem unit

Foto 17 Instalasi struktur unit

Arah Rumah Kerangka-Baja Prefabrikasi di Masa Depan

Pembuat rumah kerangka-baja prefabrikasi, dalam rangka menciptakan masyarakat rendah-karbon, saat ini tengah mempromosikan pengembangan teknologi yang akan meningkatkan kinerja hemat-energi dan meningkatkan penggunaan sistem penciptaan-energi dan penyimpanan-energi.

Di samping itu, pembuat rumah mengarahkan usahanya ke arah pengembangan masyarakat utilisasi-stok. Khususnya, mereka tengah meningkatkan pengembangan teknologi untuk utilisasi efektif dan regenerasi rumah-rumah kerangka-baja prefabrikasi yang dipasok dan mereka juga mendorong aplikasi sistem legal untuk memperbesar dan model-ulang rumah-rumah ini.

—Operasi Luar Negeri Pembuat Rumah Prefabrikasi Jepang—

Belakangan ini, pembuat rumah kerangka-baja prefabrikasi Jepang sudah secara aktif berpromosi ke luar negeri.

Mereka sedang mengembangkan proyek pembangunan rumah dan pembangunan kota untuk pasar dunia, dengan mengandalkan kualitas tinggi dan fitur performa tinggi yang diperoleh dari pengembangan rumah-rumah kerangka-baja prefabrikasi di Jepang. Operasi tipikal di luar negeri yang dipromosikan di

Cina (Rumah Sekisui), Thailand (Sekisui Chemical), dan China dan Taiwan (Perumahan Misawa) digambarkan sebagai berikut:

Konstruksi Pabrik Rumah di Cina

Rumah Sekisui mempromosikan proyek perumahan di Australia, Singapur, Amerika Serikat dan Cina

Pada April 2012, perusahaan ini menyelesaikan konstruksi sebuah pabrik rumah kerangka-baja prefabrikasi di Cina dan memulai operasinya (Foto 18, 19). Ini adalah awal masuknya pabrik pembangunan rumah kerangka-baja prefabrikasi yang dimiliki sebuah firma Jepang ke dalam pasar Cina. Pabrik ini dibangun untuk memenuhi kebutuhan untuk generasi berikut, rumah-rumah performa tinggi dengan efisiensi energi di Cina. Pabrik ini menghasilkan bagian-bagian struktur, dinding eksterior dan kelengkapan interior yang dibutuhkan untuk rumah terpisah kerangka-baja prefabrikasi yang dibangun di Cina oleh perusahaan tersebut (Foto 20). Kapasitas produksi tahunannya adalah 72.000 m².

Dengan mengandalkan pengetahuan yang diperoleh dari pembangunan dua juta rumah di Jepang dan sebagai produsen papan atas rumah ramah lingkungan, perusahaan ini bermaksud mengandalkan pabrik produksi yang baru selesai sebagai pangkalan operasi dalam memasok rumah berkualitas tinggi yang menggunakan sistem kerangka-baja prefabrikasi untuk kota-kota besar di Cina.

Foto 18 Pabrik produksi rumah kerangka-baja di Cina

Foto 19 Jalur produksi rumah kerangka-baja di Cina

Foto 20 Rumah terpisah yang dibangun di Cina

Produksi dan Pemasaran di Thailand

Dengan tanggal penyelesaian Desember 2012, Sekisui Chemical saat ini sedang membangun sebuah pabrik di Thailand untuk produksi rumah terpisah (Foto 21). Perusahaan ini bermaksud memulai operasi perumahan skala penuh tahun 2013.

Fitur utama operasi luar negeri perusahaan ini adalah implementasi pendekatan kerja sama dengan perusahaan lokal seperti yang dilakukan di Jepang: yaitu, pengadaan dan produksi lokal, dan pekerjaan operasional yang beragam mulai dari konstruksi pabrik sampai pemasaran, konstruksi perumahan dan layananurna-jual.

Dalam rangka meningkatkan operasi perumahan di Thailand, dua perusahaan *joint-venture* dibangun bersama dengan konglomerat terbesar di Thailand.

Kedua perusahaan melakukan verifikasi dua tahun untuk sistim produksi, metode pemasaran dan performa biaya.

Pabrik produksi dibangun di Saraburi Industrial Park (Foto 22, Gbr. 11), sekitar 80 km sebelah Utara Bangkok. Pada tahun 2014 direncanakan akan diproduksi dan dipasarkan 1.000 rumah per tahun.

Foto 21 Contoh rumah yang dibangun di atas tanah untuk dijual oleh pengembang

Foto 22 Pabrik produksi perumahan di Thailand
Gbr. 11 Lokasi Pabrik Produksi Thailand

Operasi sukses di Cina dan Taiwan

Misawa Homes sudah mempromosikan operasi perumahan ke luar negeri selama hampir 30 tahun.

Pada tahun 1986, perusahaan ini membangun 134 rumah keluarga tunggal di Beijing dan pada tahun berikutnya 14 rumah di Tianjin. Perusahaan ini juga sudah membangun rumah di Taiwan, termasuk rumah contoh di Taipei (Foto 23). Pengunjung ke lokasi ini melebihi 300 selama bulan pertama setelah pembukaan, suatu indikasi akan minat yang tinggi.

Foto 23 Rumah untuk dijual dipamerkan di Taiwan

Dengan kekuatan kemajuan pengetahuan yang diperoleh dalam mendisain dan konstruksi rumah-rumah kerangka-baja prefabrikasi, pembuat rumah Jepang diharapkan terus meningkatkan operasi luar negerinya.



(halaman 14~15)

Rumah Kerangka-baja Memakai Bangun Baja Ringan

Oleh Asosiasi Rumah Rangka Baja

Apakah Rumah Kerangka Baja?

Rumah rangka baja dibangun dengan metode baru konstruksi yang memanfaatkan sistim tanpa las untuk menghubungkan bangun-bangun baja cetak-dingin yang terbuat dari lembar baja galvanis dengan ketebalan sekitar 1,0mm (Foto 10). Teknik baru perangkaan rumah ini didasarkan pada metode tradisional perangkaan dinding topang 2×4 yang digunakan di Amerika Serikat. Dalam konstruksi rumah kerangka-baja, kerangka kayu digantikan

dengan kerangka-baja.

Foto 1 Bangun baja ringan

Setelah dinding dan lantai disiapkan, keduanya kemudian dirakit dalam sebuah struktur berbentuk kotak atau sebuah bangunan. Kedua sisi bangun baja ringan yang digunakan untuk dinding lantai dan atap ditutupi dengan plywood, papan gypsum dan material lainnya. Karakteristik performa yang beragam yang diharapkan dari sebuah rumah—stabilitas struktural, tahan api, durabilitas, isolasi panas dan isolasi suara—dipenuhi oleh keseluruhan struktur kerangka komposit secara keseluruhan. Dari perspektif ‘pembuatan produk’, rumah-rumah ini adalah unit-unit dengan performa tinggi yang dapat diperoleh dengan investasi rendah dengan beberapa alasan.

- Tipisnya pelat bangun baja ringan memungkinkan penyambungan dengan sekrup—sehingga tidak membutuhkan las
- Penggunaan lembar baja galvanis menghilangkan kebutuhan akan perlunya proteksi permukaan potongan dan sambungan terhadap korosi akibat proteksi korosi *sacrificial* dengan seng—sehingga menghilangkan kebutuhan akan pengecatan korosi
- Penggunaan sistim disain dan produksi dengan TI memungkinkan tiap bangun baja dipotong akurat sesuai kebutuhan tiap rumah dan dikirim dari pabrik fabrikasi—sehingga menghilangkan perlunya fabrikasi di-tempat.
- Perusahaan baja terkemuka di Jepang sudah memperoleh persetujuan yang dibutuhkan untuk konstruksi rumah kerangka-baja, yang kemudian diberikan kepada para pembuat rumah—sehingga menyederhanakan disain. (Tabel 1)

Tabel 1 Perbandingan antara struktur baja konvensional dan rumah kerangka-baja

Pengembangan dan Difusi Organisasi Industri Baja

Pada bulan Nopember 1994, perumahan kerangka-baja dipilih menjadi topik riset oleh Grup Riset Baja Perkotaan, Kementerian Perdagangan dan Industri Internasional (sekarang Kementerian Ekonomi, Perdagangan dan Industri). Pengembangan rumah kerangka-baja di Jepang dimulai dengan partisipasi enam perusahaan pembuat baja (Nippon Steel, NKK, Kawasaki Steel, Sumitomo Metals, Kobe Steel and Nisshin Steel) dan Kozai Club (sekarang Federasi Besi dan Baja Jepang) yang bertindak sebagai coordinator

proyek. Pada bulan Januari 1996, ke enam perusahaan baja tersebut mendirikan Komite Rumah Kerangka-Baja dengan Kozai Club dan memulai riset bersama dengan topic yang lebih luas seperti performa struktural, sifat tahan-api, durabilitas, isolasi panas dan isolasi suara untuk mempersiapkan pengembangan rumah kerangka-baja skala penuh di Jepang. Riset ini sukses menghasilkan pengembangan Rumah Kerangka-Baja Tipe KC (Kozai Club). (Gbr. 1, Foto 2)

Gbr. 1 Struktur Rumah Kerangka-Baja
Foto 2 Perangkaan rumah kerangka-baja yang menggunakan bangun baja ringan

Selanjutnya, untuk menjamin tingkat keseragaman kualitas dan untuk meningkatkan penggunaan yang lebih luas Rumah Kerangka-Baja Tipe KC, tiga perusahaan pembuat baja-- Nippon Steel, JFE Steel (merjer korporat antara NKK dan Kawasaki Steel pada bulan April 2003) da Kobe Steel—membentuk Asosiasi Rumah Kerangka-Baja, dengan keanggotaan terdiri dari pembuat rumah, kantor disain struktur dan manufaktur. Asosiasi ini menjalankan kegiatan di bawah ini:

- Pelatihan untuk disainer struktur dan supervisor konstruksi (selesai mengikuti training merupakan persyaratan penting untuk keanggotaan asosiasi);
- Kegiatan promosi yang meliputi distribusi alat promosi penjualan, seperti pamphlet, publikasi majalan rumah dan *hosting* website;
- Pengiriman dokumen formal yang dibutuhkan untuk aplikasi konfirmasi konstruksi, aplikasi pinjaman ke Korporasi Pinjaman Rumah dan asesmen kinerja perumahan; dan
- Operasi sistim persetujuan untuk pabrik untuk manufaktur bangun baja ringan, pengaku metal, sekrup dan paku yang digunakan dalam konstruksi rumah kerangka-baja

Sekalipun bangun baja ringan, pengaku metal dan baut merupakan bagian struktur pivot untuk menjamin kualitas rumah kerangka-baja, Standar Industri Jepang/*Japanese Industrial Standards* (JIS) belum mencantumkan spesifikasinya. Untuk itu, dibuat Standar Federasi Besi dan Baja Jepang sebagai substitusi JIS terkait bagian struktur ini. Dengan demikian, baik tingkat standar kualitas rumah kerangka-baja maupun sistim untuk persetujuan pabrik yang akan memproduksi bagian-bagian struktur sudah ada.

Meningkatnya Konstruksi Perumahan Kerangka-Baja

Setelah penetapan *Notifikasi Standar Teknis No.1641 Mengenai Struktur Bangun Baja Ringan* oleh Kementrian Konstruksi pada bulan Nopember 2001, metode perumahan kerangka-baja yang disebut di atas secara formal disebutkan sebagai metode perumahan umum dalam Peraturan Standar Bangunan Jepang. Jumlah rumah kerangka-baja mulai menunjukkan pertumbuhan yang stabil sebagai akibat dari notifikasi publik ini dan juga karena semakin banyak diadopsi oleh pembuat rumah terkemuka.



(halaman 16~18)

Teknologi Aplikasi Baja

Detil Dasar Pengelasan dan Kontrol Pengelasan

— Pengelasan Struktur Kerangka Baja—

Oleh Tadao Nakagomi

Profesor, Departemen Arsitektur, Universitas Shinshu

Bagi Jepang, dengan seringnya gempa bumi, disain gempa sangatlah penting. Dalam gempa bumi besar, dimana diasumsikan bahwa kolaps akan terjadi pada struktur kayu dan beton, umum dimengerti bahwa disain gempa pada struktur baja menghasilkan ketahanan gempa. Akan tetapi, ada kasus-kasus dimana las yang kurang tepat dapat menjadi awal fraktur yang menggiring kearah kolaps.

Berikut ini menampilkan detil dasar tentang pengelasan dan kontrol pengelasan dalam struktur bangunan dan mengenai karakteristik performa dinamik dari las.

Metode Non-Scallop

Dalam pengelasan struktur kerangka-baja, digunakan dua metode —*scallop* dan *non-scallop*. Jepang lebih banyak digunakan metode *scallop*. Gbr. 1 menunjukkan sebuah contoh metoda *non-scallop*, dan Gbr. 2 menunjukkan contoh metoda *scallop*. Dalam pelaksanaan pengelasan yang menggunakan metode *scallop*, karena *groove* dapat dibuat ke dalam, pengelasan dapat dilakukan baik di pabarik maupun di lokasi konstruksi. Kebalikannya, dengan metode *non-scallop*, karena *groove* dibuat kearah luar, pengelasan hanya dapat dilaksanakan dalam posisi datar dan, karenanya, tidak dapat dilaksanakan di lokasi

konstruksi.

Dalam rangka membandingkan perbedaan kuat leleh antara metode *scallop* dan metoda non-*scallop*, dilakukan sebuah uji dengan spesimen sambungan balok-kolom seperti dalam Gbr.3. Uji dilakukan dengan menetapkan amplitude pembebanan sebagai penambahan tetap pembebanan positif-negatif bergantian. Uji ini menghasilkan hubungan beban-pergeseran seperti dalam Gbr. 4 dan 5. Seperti ditunjukkan dalam gambar, kuat-leleh pada pengelasan *scallop* di-tempat menunjukkan nilai yang sangat rendah dibandingkan dengan pengelasan non-*scallop* yang dilakukan di bengkel. Karenanya, metode non-*scallop* diadopsi karena memberikan kapasitas deformasi yang cukup untuk sambungan balok-kolom dengan pengelasan di bengkel.

Sebaliknya, untuk menghasilkan kuat leleh yang cukup bahkan untuk sambungan balok-kolom yang dilas di lokai, perlu untuk menggunakan metode flens bor (Gbr. 7) untuk menambah kapasitas deformasi sambungan balok-kolom dengan menggunakan lengan sokong untuk menambah lebar balok (Gbr 6). Gbr. 8 dan 9 menunjukkan perbedaan dalam hal kapasitas deformasi sambungan balok-kolom ketika menggunakan metode flens bor dan ketika tidak menggunakannya.

Gbr. 1 Metoda Non-*Scallop*

Gbr. 2 Metode *Scallop*

Gbr. 3 Konfigurasi Benda Uji untuk Sambungan Balok-Kolom

Gbr. 4 Hasil Uji untuk Hubungan antara Beban dan Displasemen dalam Metoda *Scallop* di Lokasi

Gbr. 5 Hasil Uji untuk Hubungan antara Beban dan Displasemen dalam Metoda Non- *Scallop* di Bengkel

Gbr. 6 Contoh Metode Lengan Sokong Horisontal

Gbr. 7 Contoh Metoda Flens Bor

Gbr.8 Kapasitas Deformasi Sambungan Balok-kolom Tanpa Lengan Sokong dan Metoda Flens Bor

Gbr. 9 Kapasitas Deformasi Sambungan Balok-Kolom dengan Penggunaan Metode Flens Bor

Kondisi Pengelasan

Properti mekanis logam las, baik bagus ataupun buruk, sangat terkait dengan kondisi pengelasan. Khususnya diketahui bahwa panas input dan suhu interpas mempengaruhi kuat tarik, titik leleh dan kekakuan logam las. Input panas dihitung menggunakan Persamaan 1.

$$H = \frac{60 \times E \times I}{V} \dots \dots \dots \text{(Persamaan 1)}$$

Dimana

H: Input panas pengelasan (J/cm)

I: Arus Pengelasan (A)

E: Voltase busur (V)

V: Kecepatan pengelasan (cm/min)

Sebagaimana ditunjukkan dalam Gbr. 10 dengan bertambahnya input panas dan suhu interpas, kuat leleh menurun terlepas dari jenis kawat las yang digunakan. Input panas dan temperature interpas yang cocok berbeda tergantung jenis baja yang digunakan. Sebagai gambaran, untuk menghasilkan property dinamik las ekivalen dengan SGM490, input panas yang sesuai dan suhu interpasnya adalah: suhu interpas pada 350°C atau kurang, input panas 40 kJ/cm atau kurang, dan ekstensi kawat 20~30 mm. Dalam hal dimana ekstensi kawat berlebih, arus dan voltase pengelasan menjadi tidak stabil, sehingga mengurangi efek perlindungan dan kekakuan.

Gbr. 10 Hubungan antaran Suhu Interpas dan Titik Leleh

Tab Ujung dan Logam

• Jenis dan Performa Tab Ujung

Tab ujung baja merupakan alat tambahan yang disambung ke kedua ujung *groove* dan digunakan untuk menghilangkan pengelasan tidak seragam yang terjadi baik pada titik awal maupun akhir dalam pengelasan *groove*. Dikhawatirkan bahwa tegangan akan timbul dalam bukaan yang terbentuk antara baja dengan tab ujung dan logam dasar, sehingga membentuk titik awal fraktur. Dengan kondisi pengelasan yang disebut di muka terpenuhi, akan terjadi deformasi pada sambungan balok-kolom yang cukup untuk menimbulkan fraktur

Ujung solid terbuat dari keramik dan dapat ditempelkan pada logam dasar dengan menekannya pada loga dengan kawat galvanis, dan bukan dengan pengelasan. Karena tab ujung solid dibuang setelah pengelasan, konsentrasi tegangan akibat bukaan tidak terjadi. Akan tetapi, tergantung dari keahlian operator las, cacat las tetap dapat terjadi pada titik awal dan akhir dalam pengelasan *groove*.

Untuk membandingkan efek cacat las pada deformasi sambungan las, sebuah uji yang digunakan dalam “Metoda Non-*Scallop*” seperti digambarkan di atas dilakukan dengan menggunakan benda uji dari

balok H-400×200×13×21. Gbr. 12 menunjukkan hasil uji deformasi untuk ujung balok dengan cacat las 40 mm pada arah lebar flens balok dan 10 mm pada arah tebal (Gbr. 11); Gbr. 13 menunjukkan hasil bila tanpa ada cacat las. Seperti pada gambar, kapasitas deformasi sambungan las menurun banyak bila ada cacat las. Oleh karena itu, penting untuk menggunakan uji deteksi cacat ultrasonik untuk memastikan apakah ada cacat las.

Gbr. 11 Posisi Pemberian Cacat Las
 Gbr. 12 Hasil Uji untuk Kapasitas Deformasi Sambungan Balok-Kolom dalam Pemberian Cacat Las
 Gbr. 13 Hasil Uji untuk Kapasitas Deformasi Balok-Kolom dalam Tanpa Pemberian Cacat Las

• **Las Ikat untuk Logam Pelapis dan Tab Ujung**

Dalam pengelasan balok-kolom, digunakan logam pelapis untuk mencegah logam las berjatuh. Dalam las untuk perakitan yang menggunakan logam pelapis, las dengan lebar 4~6 mm dan panjang sekitar 40~60 mm diberikan pada sisi kolom dan flens balok dan ditempatkan di empat lokasi terpusat pada posisi 1/4 lebar flens balok. Pada saat melekatkan logam pelapis dan tab ujung, tab ujung dipasang dengan kuat ke flens balok dan logam pelapis, tapi las hanya dilakukan pada logam pelapis dan tidak untuk diaplikasikan ke bagian-bagian dimana tab ujung dan flens balok bersama-sama menempel. (Gbr 14). Dalam pengelasan di tempat, dikhawatirkan akan terjadi fraktur getas apabila pengelasan dilakukan di keliling *scallop* atau bila logam pelapis flens bawah dilas dari sisi bawahnya (Gbr. 15) sehingga pengelasan demikian harus dihindari.

Gbr. 14 Perakitan Bengkel Logam Pelapis dan Tab Ujung
 Gbr. 15 Pengelasan Flens Balok Bawah pada Perakitan di-Lokasi



(Sampul Belakang)

Baja di Thailand

— Situasi Saat ini dan Arah Masa Depan—

oleh S. Leelataviwat, Assistant Professor, Departemen Teknik Sipil, King Mongkut's Universtias Teknologi Thonburi; Anggota Komite Struktur Baja, Institut Teknik Thailand

Konstruksi merupakan industri yang mengkonsumsi baja yang paling penting, mencapai hampir 60% total konsumsi baja nasional. Sekalipun terdapat keuntungan dengan penggunaan struktur baja, konstruksi di Thailand masih didominasi beton. Penggunaan baja masih terbatas pada jembatan dan bangunan industri dan bangunan *landmark*. Dibandingkan dengan negara lain di kawasan, konsumsi per kapita baja mentah untuk Thailand masih sngat kecil (Gbr. 1). Oleh karenanya, masih terdapat potensi besar pertumbuhan penggunaan baja bagi Thailand.

Gbr, 1 Konsumsi Baja Mentah Per Kapita (Asosiasi Baja Dunia 2011)

Rekaman struktur baja di Thailand tercatat mulai paruh akhir 1800an. Pengaruh teknologi barat dan ekspansi Bangkok membawa aplikasi awal struktur baja. Penggunaan awal dibatasi hanya untuk jembatan kecil dan stasiun jalan rel. Pada tahun 1910an, hampir semua jembatan baja lama sudah digantikan dengan jembatan beton. Alasan utama penggantian dengan beton adalah kurangnya perawatan dan keyakinan umum bahwa struktur beton lebih awet dalam lingkungan lembab yang banyak dialami di Thailand. Dengan diperkenalkannya semen Portland yang murah dan diproduksi lokal pada tahun 1910 an, penggunaan struktur beton meningkat secara signifikan. Dipercaya bahwa dengan tenaga kerja yang murah di Thailand berarti pembuatan disain yang efisien berarti penghematan material. Hal ini kemudian menggiring kearah aplikasi meluas struktur beton di Thailand.

Saat ini, beberapa faktor yang menimbulkan keengganan menggunakan struktur baja antara lain adalah:

Suplai material yang terbatas: Karena kurangnya fasilitas produksi domestik baja di hulu dan karena kecilnya pasar, jenis baja yang ada di Thailand terbatas pada *grade* tertentu ($F_y = 245$ MPa). Dengan opsi material yang terbatas, perbedaan biaya konstruksi antara struktur baja dan beton tetap besar.

Persyaratan yang ketat dalam hal tahan api: Thailand mempunyai tata-cara kebakaran yang sangat ketat yang membutuhkan peringkat kebakaran yang sangat tinggi dalam segala hal. Dalam beberapa proyek, biaya pekerjaan tahan api dapat mencapai jumlah yang sama dengan biaya struktur.

Kurangnya profesional yang berpengetahuan dan

berkualitas: Kebanyakan arsitek, insinyur, dan kontraktor sudah dilatih dan bekerja terutama dengan struktur beton. Saat ini terdapat kekurangan profesional yang terlibat dalam disain dan konstruksi struktur baja

Memajukan Penggunaan Struktur Baja di Thailand

Rendahnya konsumsi baja di Thailand terutama ditimpakan kepada kurangnya fasilitas produksi domestik di hulu. Akan tetapi, diperlukan lebih dari sekedar pabrik produksi baja untuk memajukan penggunaan struktur baja di Thailand. Saat ini, faktor penentu dalam memilih jenis struktur adalah biaya konstruksi. Studi baru-baru ini yang dilakukan oleh Institut Besi dan Baja Thailand menunjukkan apabila manfaat penghematan waktu dan nilai lainnya yang diperoleh dipertimbangkan, maka hanya terdapat perbedaan tipis antara biaya struktur beton dengan baja di Thailand. Akan tetapi, kenyataannya kebanyakan keputusan dibuat berdasarkan biaya awal konstruksi dimana struktur beton terlihat lebih menguntungkan. Oleh karenanya, dibutuhkan solusi inovatif baja untuk memecahkan rintangan ini. Dalam tahun-tahun terakhir ini, terjadi lonjakan produk inovatif baja mulai dari bangunan prefabrikasi atau prerekayasa, rangka atap prefabrikasi, balok seluler, balok melintang baja web terbuka, bresing tekuk, dan struktur tahan gempa. Produk-produk ini secara perlahan akan mendapat pengakuan dan penerimaan. Pemecahan tantangan ini terletak pada bagaimana menggeser proyek pesanan individu menjadi aplikasi masal.

Riset dan pengembangan penggunaan struktur baja oleh karenanya menjadi sangat penting. Pengetahuan teknologi asing tidak dapat langsung diserap. Kondisi konstruksi lokal, kebiasaan dan praktek membutuhkan riset dan pengembangan untuk memberikan solusi yang nyata dan orisinal. Industri harus mencari dan mengembangkan solusi yang sesuai dengan lingkungan setempat. Pengembangan tata-cara dan petunjuk disain yang menyertakan pengetahuan modern dari riset dan praktek disain setempat adalah penting untuk meningkatkan efisiensi disain. Proses riset dan pengembangan juga sangat penting dalam melatih profesional yang berpengetahuan dan berkualitas. Sumber daya manusia selalu merupakan dasar semua industri sukses. Di samping itu, dukungan pemerintah dapat juga membantu menambah jumlah pemain dalam bisnis produksi baja

modal besar.

Tanpa usaha yang sejalan di antara pihak-pihak yang terlibat, penggunaan struktur baja hanya dapat meningkat dengan lambat. Sekalipun demikian, tuntutan masyarakat semakin mendorong ke arah industri konstruksi untuk memberikan infrastruktur yang lestari dengan performa dan ekonomi lebih tinggi (termasuk biaya siklus-hidup). Hal ini menunjukkan bahwa struktur baja pada akhirnya akan memainkan peranan penting dalam industri konstruksi Thailand di masa depan.