

KARYA ILMIAH

**PERANAN TEKNOLOGI BAHAN
TERHADAP STRUKTUR DAN BENTUK BANGUNAN**



**OLEH :
SHERLLY MAULANA, ST**

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2007**

iah
07

karya ilmiah

2007

Universitas Medan Area

Universitas Medan Area

KARYA ILMIAH

**PERANAN TEKNOLOGI BAHAN
TERHADAP STRUKTUR DAN BENTUK BANGUNAN**



**OLEH :
SHERLLY MAULANA, ST**

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2007**

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Hubungan Struktur Terhadap Bangunan

Fungsi struktur dalam arsitektur merupakan bagian dari sebuah bangunan yang menahan beban-beban yang diberi padanya. Beban cenderung mengubah bentuk dan permukaan bangunan yang mengakibatkan terjadinya keruntuhan. Beban tersebut menumpu di atas titik-titik untuk selanjutnya disalurkan pada bagian bawah tanah bangunan, sehingga beban-beban tersebut akhirnya dapat ditahan. Dengan demikian, struktur adalah bagian bangunan yang memberikan kekuatan dan kekakuan yang diperlukan untuk mencegah sebuah bangunan mengalami keruntuhan.

1.2 Pengaruh Bahan Terhadap Struktur Bangunan

Bentuk yang digunakan untuk elemen-elemen struktur dipengaruhi secara luas oleh sifat bahan pembuatnya. Bahan bangunan memiliki sifat-sifat struktural dan kekuatan yang bervariasi dan mengandung sejumlah sifat spesifik yang harus diidentifikasi untuk dijadikan sebagai bahan pertimbangan. Sifat bahan menentukan jenis gaya dalam yang dapat dipikul dan jenis elemen yang sesuai. Contohnya, dinding pasangan bata tak bertulang hanya dapat digunakan pada saat tegangan tekan terjadi. Beton bertulang bekerja baik ketika dibebani oleh tekan dan lentur, tetapi tidak baik dibebani oleh gaya tarik aksial. Proses pembuatan bahan dan pembentukannya menjadi elemen-elemen struktur juga mempunyai peranan di dalam penentuan bentuk elemen yang cocok.

1.3 Kriteria Pemilihan Teknologi Bahan Struktur Bangunan

Pemilihan bahan bangunan yang akan digunakan dalam suatu sistem struktur berhubungan dengan perkembangan teknologi bahan yang berkembang pada saat itu. Perkembangan teknologi bahan saat ini sangat mempengaruhi bentuk dan sistem struktur yang akan diterapkan dalam bangunan. Bentuk-bentuk arsitektur yang menarik diperoleh antara lain karena didorong oleh pemilihan bahan yang tepat dan sesuai dengan bentuk dan sistem struktur yang digunakan.

Dalam setiap pengambilan keputusan desain, hal-hal berikut perlu menjadi perhatian yang sungguh-sungguh terutama dalam menentukan bahan bangunan yang akan digunakan dan penerapannya dalam struktur bangunan, yaitu:

1. Keamanan struktural. Apakah seluruh sistem dan bagian-bagiannya memiliki ukuran yang tepat untuk mendukung beban rencana?
2. Keamanan terhadap api. Se jauh manakah sistem tersebut tahan terhadap api?
3. Kemudahan konstruksi. Apakah metode konstruksinya sederhana dan jelas? Bila teknik konstruksinya rumit, apakah kesulitan-kesulitannya terimbangi oleh keuntungan-keuntungan yang terkandung dalam sistem yang diusulkan?
4. Daya tahan. Apakah sistem yang bersangkutan dan komponen-komponennya dapat mencegah kerusakan yang disebabkan waktu dan cuaca? Apakah bahan-bahannya tetap menarik di masa depan?
5. Ketersediaan. Apakah bahan-bahan yang diperlukan dan elemen-elemen strukturnya mudah diperoleh di sekitar tempat proyek bangunan?
6. Skala. Apakah sistem dan komponen-komponennya memiliki ukuran dan sifat yang sesuai dengan rancangan bangunan? Apakah elemen-elemen bangunannya berkenaan dengan manusia penghuninya
7. Integrasi. Tiap sistem struktural berhubungan dengan sistem-sistem bangunan sejajar dan saling berpautan yang harus disesuaikan. Bagaimana kecocokan sistem tersebut bekerja dengan jaringan distribusi elektromekanik, pola sirkulasi, dan sistem penutup bangunannya?
8. Ketegaran. Apakah keseluruhan struktur cukup kaku terhadap angin dan atau beban gempa? Apakah bagian-bagiannya cukup tegar untuk menahan defleksi (deformasi vertikal) dalam batas-batas yang dapat diterima?
9. Ekonomi. Apakah biaya relatif sistem seimbang dengan biaya bangunan total? Apakah biaya struktur wajar dibandingkan dengan keuntungan-keuntungan yang akan diperoleh?
10. Visual. Apakah struktur yang telah selesai dan komponen-komponennya bersama-sama berfungsi meningkatkan dan memperluas konsep bangunan arsitekturnya?

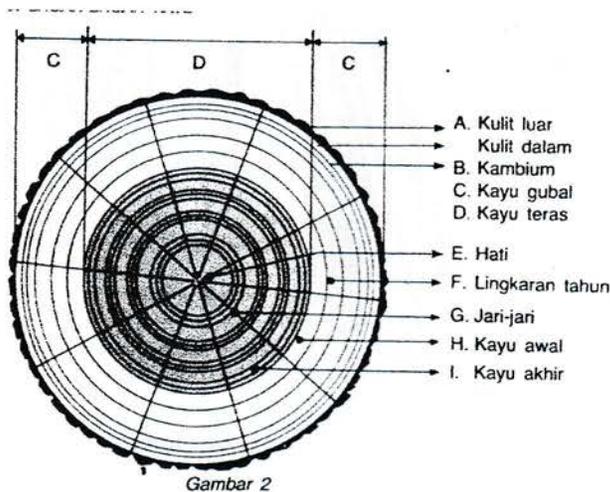


BAB II

BAHAN KAYU

Kayu merupakan hasil hutan dari sumber kekayaan alam, merupakan bahan mentah yang mudah diproses untuk dijadikan barang sesuai dengan kemajuan teknologi. Kayu telah digunakan sebagai bahan struktur sejak dahulu. Penggunaannya secara meluas dalam arsitektur adalah bangunan berskala domestik, ketika kayu digunakan untuk membuat rangka kerja struktur yang lengkap.

2.1 Bagian-bagian Kayu



Gambar 2

Kenyataan bahwa kayu merupakan makhluk hidup, menjelaskan keahliannya sifat fisik dasar yang dimilikinya. Bagian dari pohon yang digunakan untuk struktur kayu, jantung kayu (*heartwood*) dan getah kayu (*sapwood*) dari batang pohon, mempunyai fungsi struktur pada pohon hidup dan oleh karena itu, seperti halnya kebanyakan organisme, biasanya memiliki sifat struktur yang sangat baik.

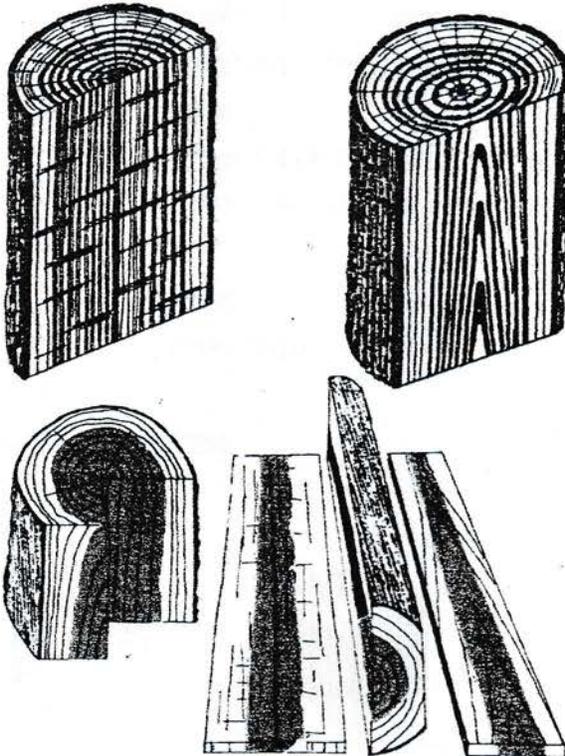
Semua batang pohon mempunyai pengaturan vertikal dan sifat simetri radial. Kayu tersusun atas serat sel panjang yang lurus paralel terhadap batang pohon asal dan dengan demikian tegak lurus terhadap serat kayu yang dihasilkan dari lingkaran tahunan.

2.2 Sifat Fisik Kayu

Semua kayu bersifat *anisotropik*, yaitu memperlihatkan sifat-sifat yang bertentangan jika diuji menurut tiga arah utamanya (longitudinal, tangensial, dan radial). Hal ini disebabkan oleh struktur dan orientasi selulosa dalam dinding sel, bentuk memanjang sel-sel kayu, dan pengaturan sel terhadap sumbu vertikal dan horisontal pada batang pohon.

Kayu merupakan suatu bahan yang bersifat *higroskopik*, yaitu dapat kehilangan atau bertambah kelembabannya akibat perubahan kelembaban dan suhu udara disekitarnya.

Kayu dapat diserang makhluk hidup perusak kayu, dapat terbakar, terutama jika keadaan kayu kering.



Gambar 16

Bidang Orientasi Kayu :

Bidang Tangensial

Bidang yang diperoleh dengan memotong kayu tegak lurus salah satu jari-jari kayu, searah serat, tidak melalui sumbu kayu.

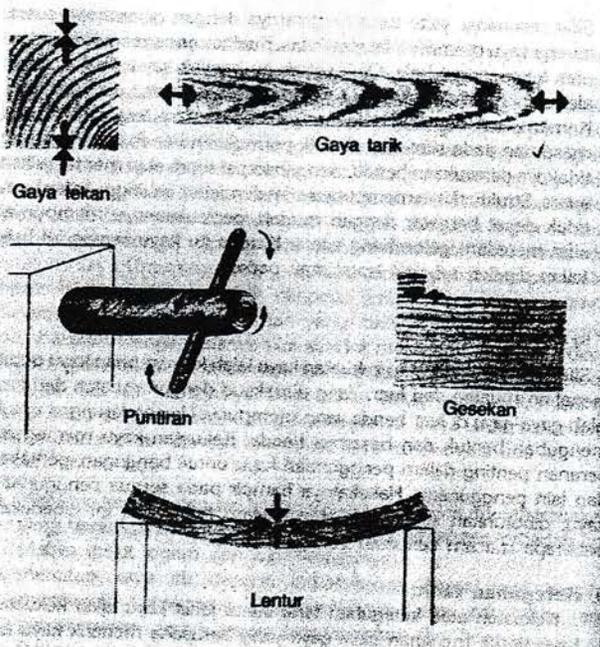
Bidang Radial

Bidang yang diperoleh dengan memotong kayu searah serat melalui sumbu kayu

Bidang aksial/kepala kayu:

Bidang yang diperoleh dengan memotong kayu tegak lurus sumbu kayu.

2.3 Sifat Mekanik Kayu



Sifat mekanik atau kekuatan kayu adalah kemampuan kayu untuk menahan muatan dari luar. Muatan dari luar ialah gaya-gaya di luar benda yang mempunyai kecenderungan untuk mengubah bentuk dan besarnya benda. Kekuatan kayu memegang peranan penting dalam penggunaan kayu untuk bangunan. Dalam hubungan ini dibedakan beberapa macam kekuatan, sebagai berikut:

a. Kekuatan tarik

Kekuatan tarik terbesar pada kayu ialah sejajar arah serat. Kekuatan tarik tegak lurus arah serat lebih kecil daripada kekuatan tarik sejajar arah serat. Kekuatan tarik mempunyai hubungan dengan ketahanan kayu terhadap pembelahan.

b. Kekuatan tekan

Kekuatan tekan tegak lurus arah serat menentukan kekuatan kayu terhadap beban. **Kekuatan tekan tegak lurus arah serat lebih kecil daripada kekuatan tekan sejajar arah serat.**

c. Kekuatan geser

Kekuatan geser tegak lurus arah serat lebih besar daripada kekuatan geser sejajar arah serat.

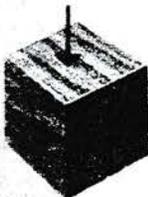
d. Kekuatan lentur



Tekanan arah serat



Tekanan tegaklurus arah serat dan tegaklurus arah lingkaran tahun



Tekanan tegaklurus arah serat dan sejajar arah lingkaran tahun



Tekanan tegaklurus arah serat dan membuat sudut dengan lingkaran tahun



Tekanan membuat sudut arah serat dan tegaklurus dengan lingkaran tahun

Gambar 15

Dengan demikian, jika paralel/sejajar terhadap serat kayu, kekuatannya kira-kira sama dalam tarik dan tekan sehingga papan dengan serat kayu yang lurus dapat digunakan untuk elemen yang memikul beban jenis tekan aksial, tarik aksial, maupun lentur. Jika tegak lurus terhadap arah serat kayu, kekuatannya kecil karena serat sangat mudah dihancurkan atau ditarik lepas ketika dikenai beban tekan dan tarik dalam arah ini.

Kelemahan pada tegak lurus serat kayu ini menyebabkan kayu mempunyai kekuatan geser yang rendah ketika dikenai beban-beban jenis lentur dan juga membuatnya tidak tahan terhadap pemusatan tegangan. Pemusatan tegangan dapat dikurangi dengan penggunaan sambungan kayu.

2.4 Contoh Produk dan Pengolahan Kayu

a. Pengeringan (seasoning) Kayu

Pengeringan kayu adalah proses untuk mengeluarkan air yang terdapat di dalam kayu. Pengeringan merupakan proses untuk menjaga kayu secara fisik untuk mencegah pelilitan awal permanen dan distorsi lainnya yang disebabkan oleh perbedaan susut akibat tidak meratanya pengeringan. Kadar air kayu memberikan pengaruh yang sangat besar dalam pemakaian kayu. Untuk berbagai macam kegunaan dengan kondisi udara tertentu, kayu memerlukan batas kandungan kadar air. Oleh karena itu masalah pengeringan merupakan faktor yang penting pada kayu. Dengan adanya pengeringan akan diperoleh keuntungan-keuntungan sebagai berikut:

- Menjamin kestabilan dimensi kayu. Sebab di bawah titik jenuh serat, perubahan kadar air dapat mengakibatkan kembang susut pada kayu. Sebaliknya bila kayu dikeringkan sampai mendekati kadar air lingkungan, maka sifat kembang susut ini akan dapat teratasi, bahkan dapat diabaikan.
- Menambah kekuatan kayu. Makin rendah kadar air kayu yang dikandung, akan semakin kuat kayu tersebut.
- Membuat kayu menjadi ringan
- Mencegah serangan jamur dan bubuk kayu. Sebab umumnya jasad renik perusak kayu atau jamur tak dapat hidup di bawah persentase kadar air $\pm 20\%$.
- Memudahkan proses pengolahan kayu selanjutnya, antara lain: pengetaman, perekatan, *finishing*, pengawetan, dan lain-lain.

b. Finir dan Kayu Lapis

Dengan meningkatnya perkembangan teknologi dewasa ini, manusia cenderung membuat bahan-bahan kayu menjadi lebih terarah dengan memanfaatkan bahan kayu menjadi kayu lapis yang sangat berguna didalam berbagai bidang.

Produk kayu dibuat dengan merekatkan elemen-elemen kayu yang kecil secara bersama-sama dalam kondisi pengawasan mutu yang ketat. Perekatan kayu dari elemen-elemen kecil ini dimaksudkan untuk mendapatkan keuntungan kayu, sedangkan pada saat yang sama memperkecil pengaruh dari kekurangannya, yaitu variabilitas, ukuran yang tidak tetap, batasan ukuran komponen, dan perilaku *anisotropik*.

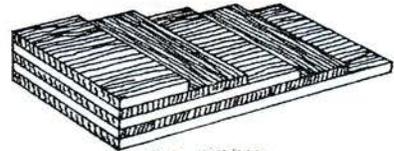
Kayu lapis (*plywood*) adalah papan buatan dengan ukuran tertentu yang terbuat dari beberapa lapisan *finir* yang jumlahnya ganjil dipasang dengan arah serta bersilangan saling tegak lurus, kemudian direkat menjadi satu pada tekanan tinggi dengan perekat khusus sesuai tujuan penggunaan kayu lapis. Maksud dan tujuan pembuatan finir dan kayu lapis

ialah untuk mendapatkan papan berukuran lebar, dimungkinkannya pembuatan elemen dengan penampang melintang solid yang lebih besar dibandingkan dengan yang dimungkinkan dari kayu gergaji. Proses pelapisan juga memungkinkan membuat elemen-elemen yang dilengkungkan atau memiliki profil kurva. Selain itu juga untuk, menghemat penggunaan kayu, memanfaatkan jenis-jenis kayu bernilai rendah, dan menambah kekuatan serta meningkatkan mutu kayu.

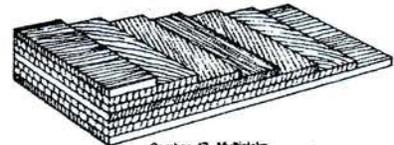
Mutu dan kekuatan kayu lapis lebih tinggi karena penggunaan komponen dasar yang memiliki penampang kecil memungkinkan proses pengeringan lebih efektif



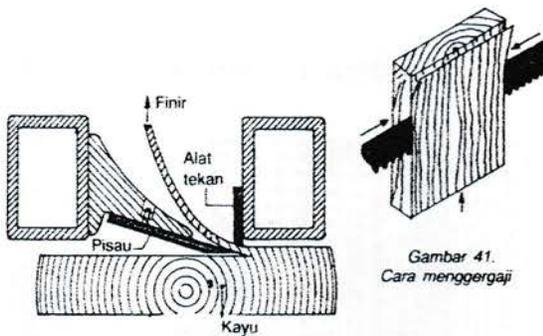
Gambar 45. Tripleks
Terdiri dari 3 lapis yang dilekatkan dengan lem, serat-serat kayunya bersilangan



Gambar 46. Multipleks
Terdiri lebih 3 lapis, hanya lapis atas dan bawah harus searah urat kayunya

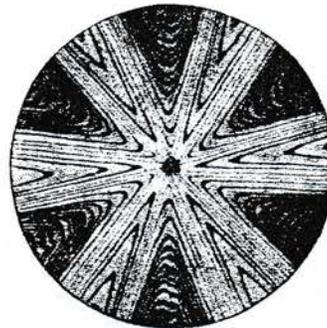


Gambar 47. Multipleks
Hanya susunan serat-serat kayunya bagaikan sinar-sinar bintang

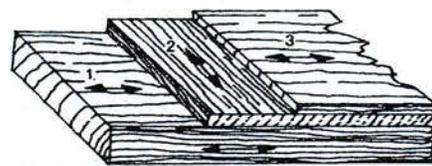


Gambar 40. Cara kerat (slicer)

Gambar 41.
Cara menggergaji

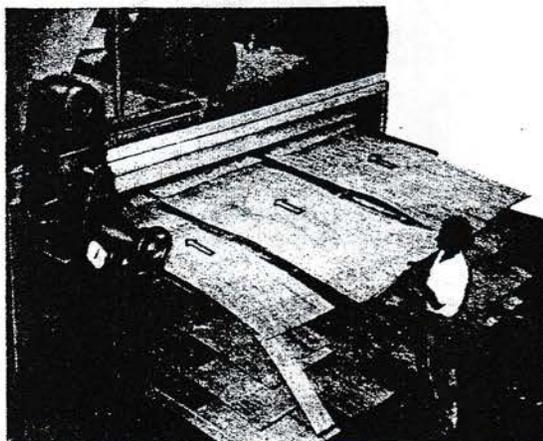


Gambar 43. Finir radial



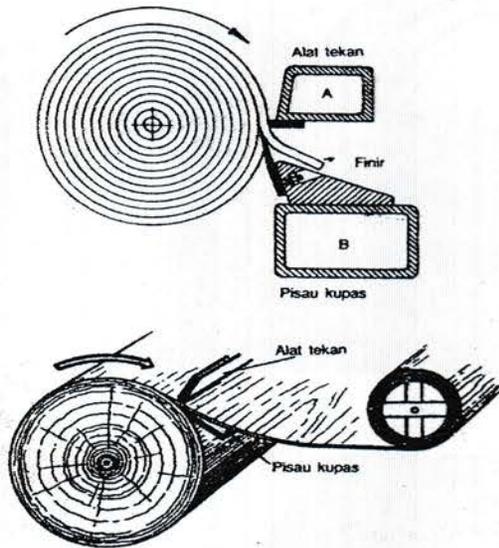
Gambar 44.

- Keterangan
- a. Finir muka
 - b. Finir isian (core veneer)
 - a. Finir belakang
 - a. Finir muka-belakang (finir luar)
 - b. Finir silang (cross band)
 - c. Finir isian
 - a. Finir luar
 - b. Finir silang
 - c. Finir silang
 - d. Finir isian



Gambar 42. Pengering finir

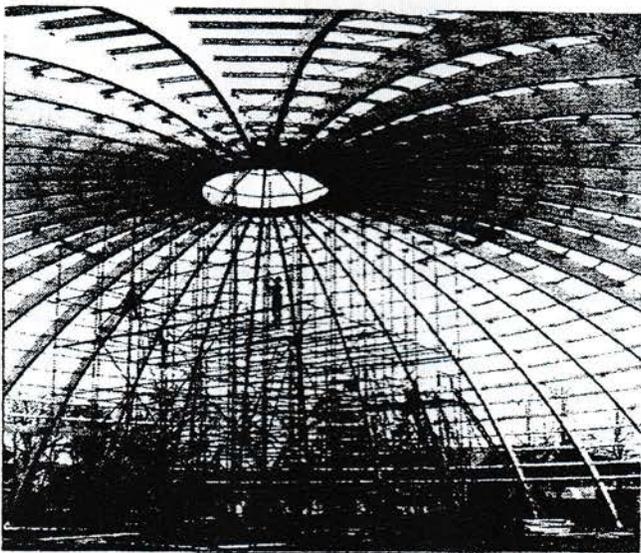
Gambar alat/mesin pembuat finir



Gambar 39. Cara kupas (rotary)

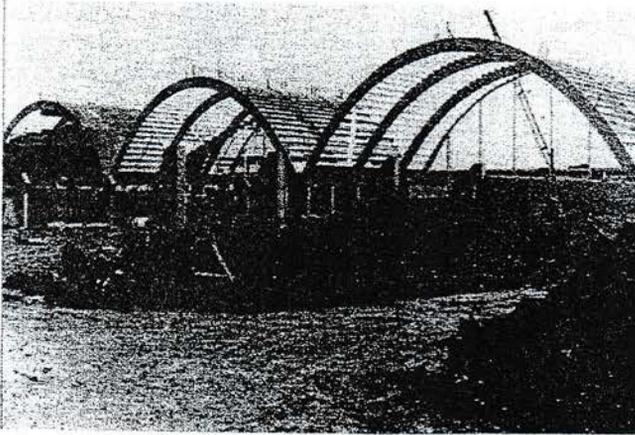
Finir ialah lembaran kayu yang tipis dari 0,24 mm sampai 6,00 mm yang diperoleh dari penyayatan (pengupasan) kayu jenis tertentu.

2.5 Penerapan Pada Arsitektur



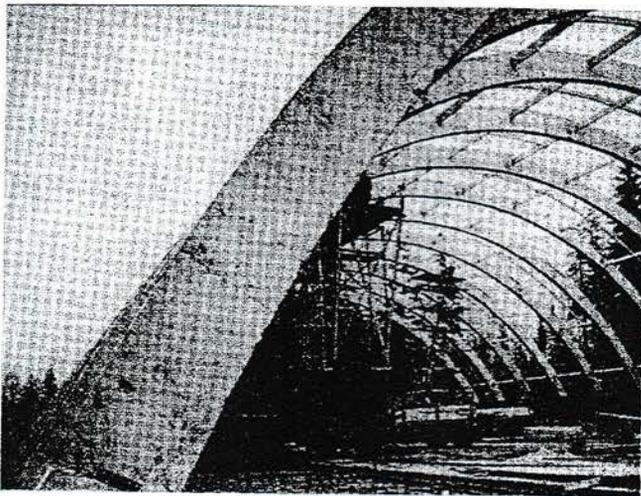
SPORTS DOME, PERTH, SKOTLANDIA

Penampang lapisan kayu dapat dihasilkan dalam bentuk yang bervariasi selain balok lurus. Jajaran elemen lengkung disini digunakan untuk menghasilkan rangka kerja sebuah kubah.



**DAVID LLOYD, TENIS CENTRE,
LONDON**

Elemen struktur yang utama adalah lapisan lengkungan kayu dengan bentang 35 m.



**SPORTS STADIUM,
LAHDERANTA, SWEDIA**

Elemen struktur utama adalah lengkungan kayu yang terbuat dari *plywood* dengan penampang melintang kotak persegi.

Kayu adalah bahan yang menawarkan kepada perancang bangunan kombinasi sifat-sifat yang dimilikinya yang memungkinkan penciptaan struktur yang ringan dan sederhana dalam pembuatannya. Umumnya struktur kayu mempunyai memiliki skala bangunan yang kecil, bentang yang pendek, dan jumlah lantai yang sedikit. Hal ini disebabkan oleh kekuatan kayu relatif rendah, ukuran komponen dasarnya kecil, kesulitan untuk mencapai struktur sambungan yang baik sehingga cenderung membatasi ukuran struktur yang dibuat.

BAB II

BAHAN BAJA

Penggunaan logam sebagai bahan struktur diawali dengan **besi tuang** untuk bentang lengkung (*arch*) sepanjang 30 m yang dibangun di Inggris pada tahun 1777 – 1779. Umumnya digunakan untuk balok utama dan pembangunan infrastruktur seperti jembatan.

Tahun 1840, **besi tempa** mulai mengganti besi tuang. Proses *canai*/penggilingan (*rolling*) untuk membentuk berbagai profil mulai berkembang pada saat besi tuang dan besi tempa telah mulai banyak digunakan. 1780, batang-batang mulai melalui proses *rolling* dalam skala industri.

Sejak tahun 1890, baja telah menggantikan kedudukan besi tuang dan besi tempa sebagai bahan bangunan logam yang utama dan saat ini, sejak 1990-an baja telah dipakai secara luas untuk berbagai keperluan struktural. Dewasa ini, seorang perancang bangunan dapat memilih berbagai macam baja, dengan kekuatan yang lebih besar maupun pada tempat-tempat dengan keperluan tegangan yang sangat besar tanpa perlu memperbesar ukuran batangnya. Perancang dapat menentukan apakah kekakuan maksimum ataukah berat minimum yang akan menjadi kriteria utama. Beberapa jenis baja beroksidasi dan membentuk lapisan protektif rapat yang mencegah terjadinya oksidasi (korosi) lebih lanjut.

3.1 Karakteristik Baja

Besi dan baja berbeda dalam hal unsur-unsur penyusunnya yang mengakibatkan karakteristik besi disempurnakan jauh lebih baik oleh baja. Logam paduan yang dicampurkan pada baja digunakan untuk mengatasi kekurangan yang dimiliki oleh besi.

Baja untuk struktur dengan tempa panas dapat diklasifikasikan sebagai *baja karbon (carbon steel)*, *baja paduan rendah berkekuatan tinggi (high strength low alloy steel)*, dan *baja paduan (alloy steel)*. **Baja karbon (carbon steel)** dibagi menjadi empat kategori berdasarkan persentase karbonnya, yaitu: karbon rendah (kurang dari 0,15%); karbon lunak (0,15 – 0,29%); karbon sedang (0,30% - 0,59%) dan karbon tinggi (0,60 – 1,70%). Baja karbon struktural termasuk dalam kategori karbon lunak. Peningkatan persentase karbon akan meningkatkan kekerasannya, namun mengurangi kekenyalannya. **Baja paduan rendah berkekuatan tinggi**, penambahan sejumlah elemen paduan terhadap baja karbon seperti krom, kolumbium, tembaga, mangan, molibden, nikel, fosfor, vanadium, atau zirkonium, akan memperbaiki sifat-sifat mekanisnya. Elemen-elemen paduan menciptakan kekuatan melalui mikrostruktur halus yang diperoleh selama proses pendinginan baja. **Baja paduan**, baja karbon yang didinginkan dan kemudian disepuh dengan paduan tertentu. Baja paduan rendah memiliki kandungan karbon sekitar 0,20% supaya dapat membatasi

kekerasan mikrostruktur butiran kasar (martensit) yang mungkin terbentuk selama perlakuan panas atau pengelasan, sehingga dapat mengurangi bahaya retakan. Penyepuhan, meskipun mengurangi sedikit kekuatan dan kekerasan dari bahan yang telah didinginkan, namun dapat meningkatkan kekenyalan dan keuletannya. **Kekenyalan (duktilitas)** didefinisikan sebagai banyaknya regangan permanen (yakni regangan yang melebihi batas proporsional) sampai pada titik retakan. **Keuletan** adalah ukuran kemampuan baja untuk menahan retakan.

Berat jenis baja tinggi, tetapi perbandingan antara kekuatan terhadap beratnya juga tinggi, sehingga komponen baja tidak terlalu berat jika dihubungkan dengan kapasitas muat bebannya, selama bentuk-bentuk struktur yang digunakan menjamin bahwa bahan tersebut dipergunakan secara efisien.

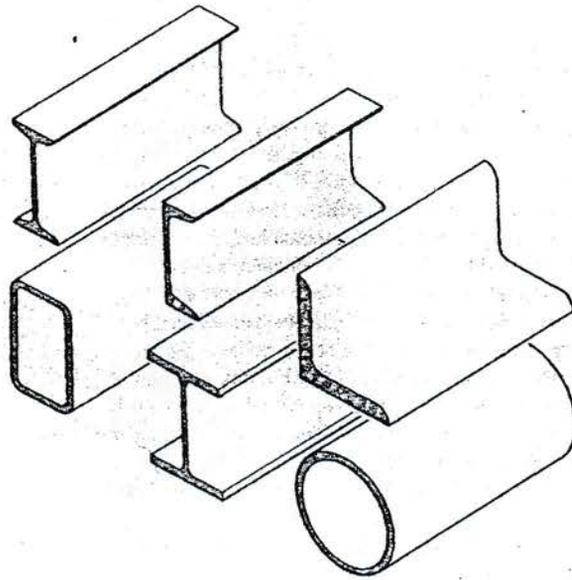
3.2 Sifat Mekanik Baja

Baja merupakan bahan yang mempunyai sifat struktur yang baik. Baja mempunyai kekuatan yang tinggi dan sama kuat pada kekuatan tarik maupun tekan. Oleh karena itu, baja adalah elemen struktur yang memiliki batasan sempurna untuk menahan beban jenis tarik aksial, tekan aksial, dan lentur.

Kekuatan dan berat jenis baja yang tinggi membuatnya sesuai untuk digunakan dalam jenis struktur rangka, karena volume strukturnya rendah jika dibandingkan dengan volume total bangunan yang ditopangnya.

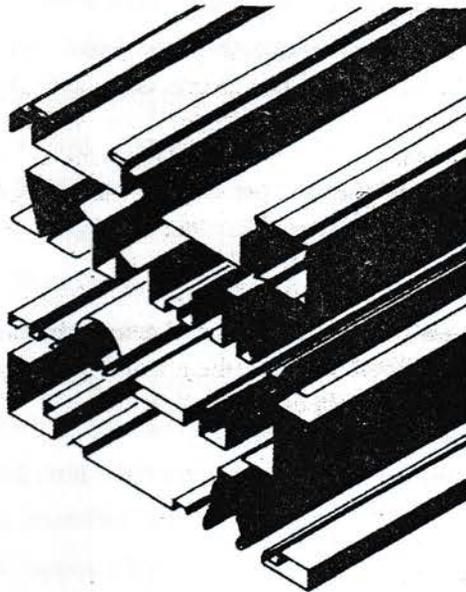
3.3 Bentuk elemen baja

Bentuk elemen baja sangat dipengaruhi oleh proses yang digunakan untuk membentuk baja tersebut. Sebagian besar baja dibentuk oleh proses *hot-rolling* (penggilangan dengan pemanasan) dan *cold-forming* (pembentukan dengan pendinginan). Proses *hot-rolling* adalah proses utama pembentukan elemen baja. **Elemen-elemen yang digunakan untuk struktur mempunyai luas momen kedua yang tinggi dalam hubungannya dengan luas total.** Bentuk penampang melintang I dan H biasanya digunakan untuk elemen-elemen dasar yang membentuk balok dan kolom pada rangka struktur. Bentuk kanal dan siku cocok untuk elemen-elemen kecil seperti lapisan tumpuan sekunder dan sub elemen pada rangka segitiga. Bentuk penampang persegi, bulat, dan persegi empat yang berlubang digunakan seperti plat datar dan batang solid dengan berbagai ketebalan. Perincian ukuran dan geometri yang dimiliki seluruh penampang standar didaftarkan dalam tabel penampang yang dibuat oleh pabrik baja atau menurut klasifikasi ASTM (*American Society for Testing and Materials*).



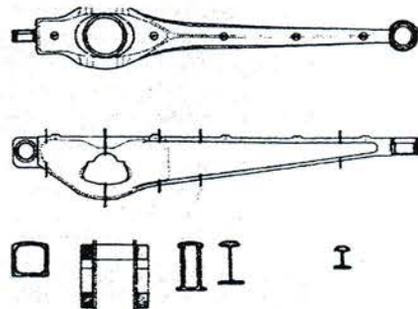
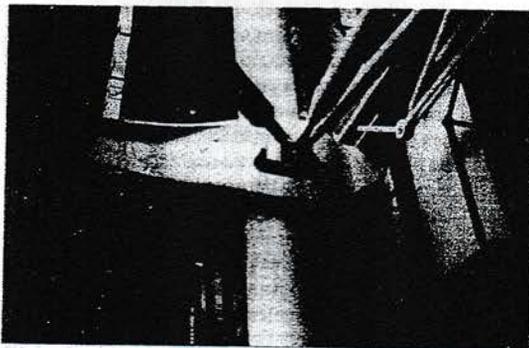
Baja yang dibentuk melalui metode *hot-rolling*

Proses *cold-forming* membentuk lembaran baja tipis datar yang telah dihasilkan dari proses penggilingan dengan pemanasan dilipat atau dibengkokkan dalam keadaan dingin untuk membentuk penampang melintang struktur. Elemen-elemen yang dihasilkan dari proses ini mempunyai karakteristik yang serupa dengan penampang yang dihasilkan dari proses *hot-rolling*. Sisi paralel elemen-elemen tersebut memiliki penampang yang tetap, tetapi ketebalan logam tersebut berkurang, sehingga elemen-elemen tersebut lebih ringan, dan tentunya memiliki kapasitas muat beban yang lebih rendah. Proses pencetakan dengan menggunakan metode *cold-forming* lebih sederhana dan dapat digunakan untuk menghasilkan penampang melintang yang bentuknya dapat disesuaikan untuk penggunaan yang khusus. Karena penampang yang dibentuk dengan pendinginan memiliki kapasitas muat yang rendah, maka penampang ini terutama digunakan untuk elemen sekunder pada struktur atap, dan untuk sistem lapisan tumpuan.



Baja yang dibentuk melalui metode *cold-forming*

Komponen struktur baja dapat juga dihasilkan dengan pencetakan (*off-the-peg*), yang dalam kasus yang sangat kompleks memungkinkan pembuatan bentuk penampang yang sesuai dengan kebutuhan. Akan tetapi teknik ini bermasalah ketika digunakan untuk komponen struktur, yang disebabkan oleh kesulitan untuk menjamin mutu cetakan yang baik dan sama di seluruh bagian. Selain itu, penggunaan komponen struktur baja dengan pencetakan untuk menghasilkan bentuk penampang khusus memerlukan biaya yang besar dan penampang standarnya mempunyai kemampuan melintang yang konstan sehingga kekuatannya tetap sepanjang bentang. Sebagian besar elemen struktur dikenai gaya-gaya dalam yang bervariasi dari satu penampang melintang ke penampang melintang lainnya sehingga harus memiliki kekuatan yang bervariasi disepanjang bentangnya.



Baja cetak (*off-the-peg*) pada bangunan Centre Pompidou, Paris.

3.4 Perkembangan Struktur Baja di Akhir Abad 20

Setiap struktur baja merupakan rangkaian bagian-bagian tunggal yang harus disambungkan satu sama lain, biasanya pada ujung batang dengan berbagai cara, yaitu dengan menggunakan las, dan penyambung seperti keling dan baut.

Sambungan dengan keling merupakan metode penyambungan dengan cara menyisipkan pen-pen logam ke dalam lobang pada elemen-elemen yang disambungkan dan pembentukan kepala pada masing-masing ujungnya untuk mencegah supaya sambungan tersebut tidak terlepas lagi. Munculnya baut berkekuatan tinggi dan perkembangan teknik-teknik pengelasan menyebabkan keling ketinggalan jaman. Hal ini disebabkan antara lain oleh faktor ketersediaan sumber daya manusia, pengawasan dalam pelaksanaan konstruksi, dan biaya. Pemasangan keling memerlukan minimal empat orang berkeahlian tinggi, sedangkan pada pemasangan baut tidak perlu berkeahlian tinggi.

Baut berkekuatan tinggi memiliki bentuk dengan kepala heksagon (segi enam). Baut berkekuatan tinggi diketatkan supaya timbul tegangan tarik yang dispesifikasikan pada baut tersebut dan yang kemudian menghasilkan gaya cengkeram yang diharapkan pada simpul sambungannya.

Proses pengelasan adalah penggabungan bagian-bagian logam dengan pemanasan sampai pada keadaan plastik atau fluid, dengan atau tanpa tekanan, sehingga bahan-bahan tersebut melebur menjadi satu material. Proses pengelasan yang diterapkan akan bergantung pada jenis-jenis logam yang terkandung di dalam baja yang digunakan dan ketebalannya.

3.5 Penerapan Baja pada Konsep Struktur

Selain pada struktur rangka, baja saat ini banyak digunakan pada konsep struktur dengan tipe suspensi. Pada struktur dengan tipe suspensi, kabel tarik merupakan elemen-elemen utama dan tarikan aksial lebih mendominasi sistem pendukung utamanya. Salah satu bentuk struktur yang paling populer adalah jembatan gantung. Karena elemen tarik saat ini terbukti paling efisien dalam menahan beban, struktur dengan konsep ini semakin banyak digunakan.

BAB IV BAHAN BETON

4.1 Unsur Pembentuk Beton

Beton adalah bahan komposit yang terdiri dari agregat bebatuan dan semen sebagai bahan pengikat. Beton dibuat dengan campuran semen kering dan agregat berupa kerikil dan pasir dalam komposisi yang tepat dan kemudian ditambah air, yang menyebabkan semen mengalami hidrolisa dan kemudian seluruh campuran berkumpul dan mengeras untuk membentuk bahan seperti batu.

Sifat beton tergantung pada jenis agregat, perbandingan campuran pasta air-semen, dan perbandingan antara ketiga bahan tersebut. Pada umumnya, beton memiliki sifat yang hampir sama dengan bebatuan dan batu bata, yaitu berat jenis tinggi, kuat tekan sedang, dan kuat tarik kecil).

Agregat, pasir, dan batu harus merupakan bahan yang tahan lama seperti kwarsa, batu kapur belah, atau basalt yang mempunyai kekuatan lebih tinggi daripada beton.

Beton terdiri dari batuan belah atau kerikil dengan pasir yang mengisi ruang antara pasta semen dan air yang mengisi ruang diantara butiran pasir. Semen yang digunakan dalam campuran beton disebut semen Portland. Semen tidak mengeras karena pengeringan akan tetapi oleh karena reaksi hidrasi kimia. Oleh karena itu, beton harus tetap basah untuk menjamin pengerasan yang baik.

Campuran beton biasanya berdasarkan jumlah semen yang digunakan, perbandingan semen dan air menentukan kekuatan beton. Air harus cukup agar beton mudah dicor dan dapat memenuhi ruangan tanpa kekosongan, getaran akan mempercepat proses pengisian.

4.2 Jenis Beton

Beton tak bertulang mempunyai sifat yang serupa dengan pasangan bata, sehingga kegunaannya sama seperti batasan penggunaan pasangan bata.

Bentuk beton yang tersedia dalam bentuk semi cair dalam proses konstruksi memberikan tiga manfaat penting, yaitu beton dapat ditambah dengan bahan-bahan lain secara mudah untuk menambah sifat yang dimilikinya, yang kemudian disebut beton bertulang, beton dapat dicetak dalam berbagai bentuk variasi secara lebih luas, dan proses pencetakan memberikan sambungan antar elemen sangat efektif dan menghasilkan elemen struktur yang menerus dan meningkatkan efisiensi struktur.

Beton bertulang memiliki kekuatan tarik dan kekuatan tekan, sehingga dapat digunakan untuk struktur bentang panjang, tinggi, dan bertingkat banyak. Ekspresi bentuk yang ditampilkannya adalah kuat dan ramping.

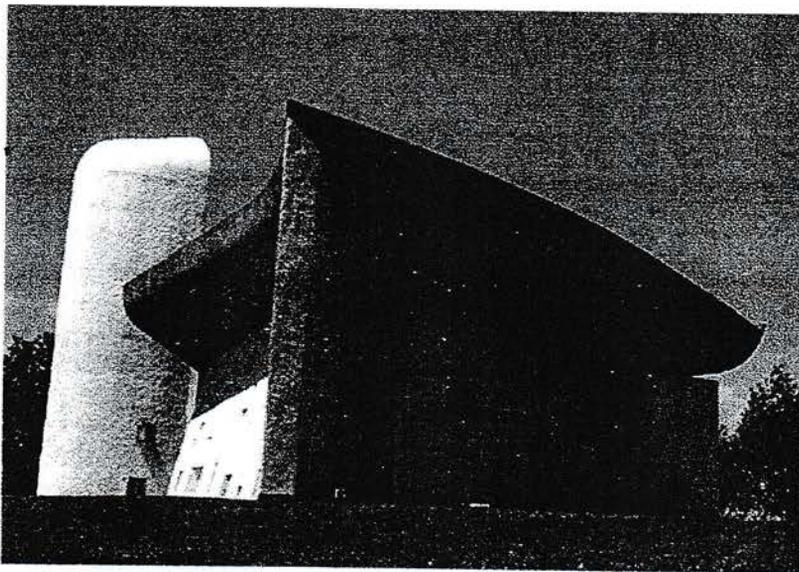
Beton bertulang cor ditempat menjadi bahan yang sangat sesuai untuk rangka menerus. Tingkat kemenerusan yang dapat dicapai, bahkan memungkinkan balok-balok di dalam rangka dihilangkan dan plat dua arah ditumpu langsung oleh kolom untuk membentuk *struktur flat slab*.

4.3 Kelebihan Beton

Bentuk geometri yang sederhana untuk struktur beton dipilih atas dasar pertimbangan efisiensi. Bentuk *shell* beton bertulang yang kuat membuat beton bertulang cocok dipakai untuk alasan efisiensi ini. Efisiensi struktur bentuk *shell* sangat tinggi, dengan bentang 100 m atau lebih dapat dicapai dengan *shell* yang mempunyai ketebalan hanya puluhan milimeter saja.

4.4 Penerapan Beton pada Arsitektur

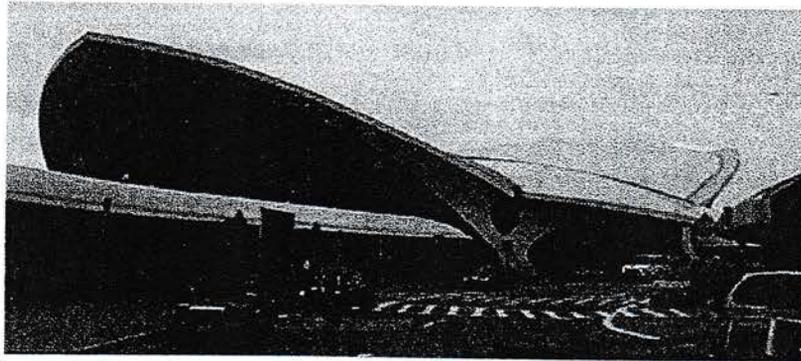
1. Chapel of Notre Dame, Ronchamp, Paris



Bangunan yang dirancang oleh Le Corbusier ini menggunakan struktur dinding penahan beban yang menggunakan bahan beton. Karakter bangunan berbentuk masif. Atap bangunan yang berbentuk cangkang diletakkan di atas dinding yang tampaknya tebal namun sebenarnya tipis.

Tingkat kontinuitas struktur yang tinggi telah menghasilkan karya bangunan yang ekspresif dalam pengertian arsitektur, akan tetapi menjadi tidak masuk akal jika dipandang dari sudut struktur. Bentuk Kapel ini memiliki bentuk struktur yang sangat individual dan tidak efisien. Bentuk seperti ini menjadi mustahil jika menggunakan bahan struktur lain.

2. TWA Terminal JFK, New York, NY, USA



DAFTAR PUSTAKA

DPMB, 1961, *Peraturan Konstruksi Kayu Indonesia*, Bandung, PU

Frick, Heinz, 1994, *Ilmu Konstruksi Bangunan*, Yogyakarta, Kanisius

G. Salmon, Charles, dan E. Johnson, John, 1992, *Struktur Baja Desain dan Perilaku Edisi Ketiga*, Jakarta, Gramedia.

Macdonald, Angus J, 2001, *Struktur dan Arsitektur*, Edisi Ke-2, Jakarta, Erlangga.

Snyder, James . C, 1979, *Pengantar Arsitektur*, Jakarta, Erlangga