

Ujian Penilaian Keterampilan Khusus No. 1 Teks Pelajaran (Edisi Pertama)



Bidang Industri Kayu

<Pendahuluan>

Buku teks ini dibuat untuk orang-orang yang ingin bekerja di bidang industri kayu (misalnya di pabrik penggergajian kayu) dengan Visa Keterampilan Khusus 1, untuk mempelajari pengetahuan dan keterampilan dasar.

Buku teks ini memperkenalkan pengetahuan dan keterampilan dasar yang luas tentang bahan kayu, industri kayu, dan keselamatan kerja.

Tergantung pada tempat kerja, metode kerja dan terminologi tersebut mungkin berbeda dengan buku teks ini, apabila memang demikian, maka Anda harus mengikuti metode yang berlaku di tempat kerja Anda. Meskipun metode dan terminologinya berbeda, konsep dasarnya tetap sama.

<Mengenai Ujian>

Metode pelaksanaan: Ujian tertulis

Bahasa: Bahasa Jepang (Huruf kanji dengan *furigana*)

Durasi ujian: 60 menit

Jumlah soal: 35 soal (ujian teori 32 soal (tipe benar salah), dan ujian praktik 3 soal (ujian penilaian, dll.))

Cakupan ujian:

	Perihal
Ujian teori (umum) Alokasi nilai: 56 poin	Garis besar tentang hutan, industri kehutanan, dan industri kayu
	Karakteristik kayu
	Keselamatan kerja
Ujian teori (khusus) Alokasi nilai: 18 poin	Pekerjaan manufaktur untuk setiap produk
	Mesin dan peralatan yang digunakan
	Penggunaan setiap produk
Ujian praktik Alokasi nilai: 26 poin	Soal tentang prosedur kerja/kesehatan dan keselamatan/penghitungan

[Daftar Isi]

Bab 1 Dasar-dasar Industri Kayu	1
1.1 Hutan, Industri Kehutanan, dan Industri Kayu di Jepang	
1.2 Pengetahuan Dasar tentang Kayu	
1.3 Pengetahuan Dasar tentang Keselamatan Kerja	
Bab 2 Setiap Produk dan Kegunaannya	15
2.1 Kayu Gergajian	
2.2 Kayu Laminasi	
2.3 Kayu Lapis	
2.4 LVL	
2.5 Papan Venir	
2.6 Lantai Kayu	
2.7 Serpih Kayu	
2.8 Kayu Pra-potong	
Bab 3 Proses Manufaktur untuk Setiap Produk	31
3.1 Kayu Gergajian	
3.2 Kayu Laminasi	
3.3 Kayu Lapis dan LVL	
3.4 Papan Venir	
3.5 Lantai Kayu	
3.6 Serpih Kayu	
3.7 Kayu Pra-potong	
Bab 4 Mesin dan Peralatan Utama yang Digunakan dalam Pekerjaan Manufaktur Setiap Produk	53
4.1 Kayu Gergajian	
4.2 Kayu Laminasi	
4.3 Kayu Lapis, LVL, dan Papan Venir	
4.4 Lantai Kayu	
4.5 Serpih Kayu	
4.6 Kayu Pra-potong	

Anda dapat mempelajari buku teks ini secara berurutan dari awal, atau Anda juga dapat berfokus pada bab-bab yang diberi tanda ○ sesuai jenis pabrik tempat Anda bekerja, seperti yang ditunjukkan pada tabel di bawah ini.

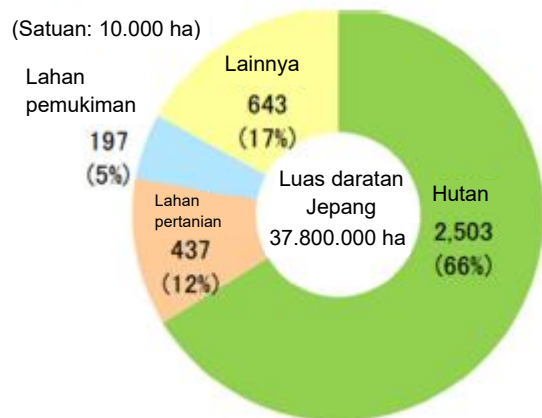
Bab	Kayu Gergajian	Kayu Laminasi	Kayu Lapis	LVL	Papan Venir	Lantai Kayu	Serpih Kayu	Kayu Pra-potong
1	○ (Pengetahuan yang diperlukan untuk semua jenis industri)							
2.1	○							
2.2		○						
2.3			○					
2.4				○				
2.5					○			
2.6						○		
2.7							○	
2.8								○
3.1	○							
3.2		○						
3.3			○	○				
3.4					○			
3.5						○		
3.6							○	
3.7								○
4.1	○							
4.2		○						
4.3			○	○	○			
4.4						○		
4.5							○	
4.6								○

Bab 1 Pengetahuan Dasar tentang Hutan, Industri Kehutanan, dan Industri Kayu

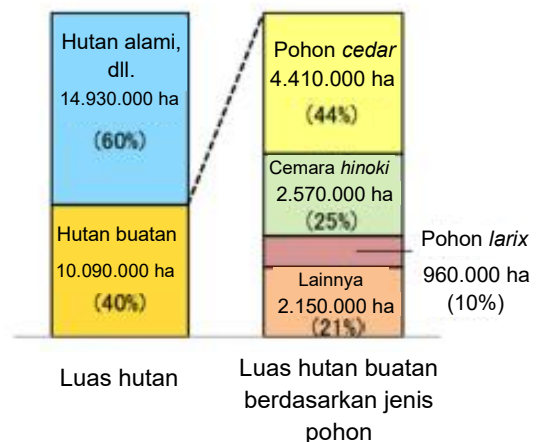
1.1 Hutan, Industri Kehutanan, dan Industri Kayu di Jepang

(1) Kondisi Hutan Jepang Saat Ini dan Peran Multifungsinya

Sekitar dua pertiga dari luas daratan Jepang adalah hutan. Dari jumlah tersebut, sekitar 40% merupakan "hutan buatan" yang ditanam dan dibudidayakan oleh manusia. Hutan buatan ini telah ditanam selama lebih dari 50 tahun dan sekarang banyak yang berada pada fase untuk diolah sebagai kayu, sehingga perlu digunakan secara efektif.



Gambar 1-1 Perincian luas daratan Jepang



Gambar 1-2 Luas hutan buatan berdasarkan jenis

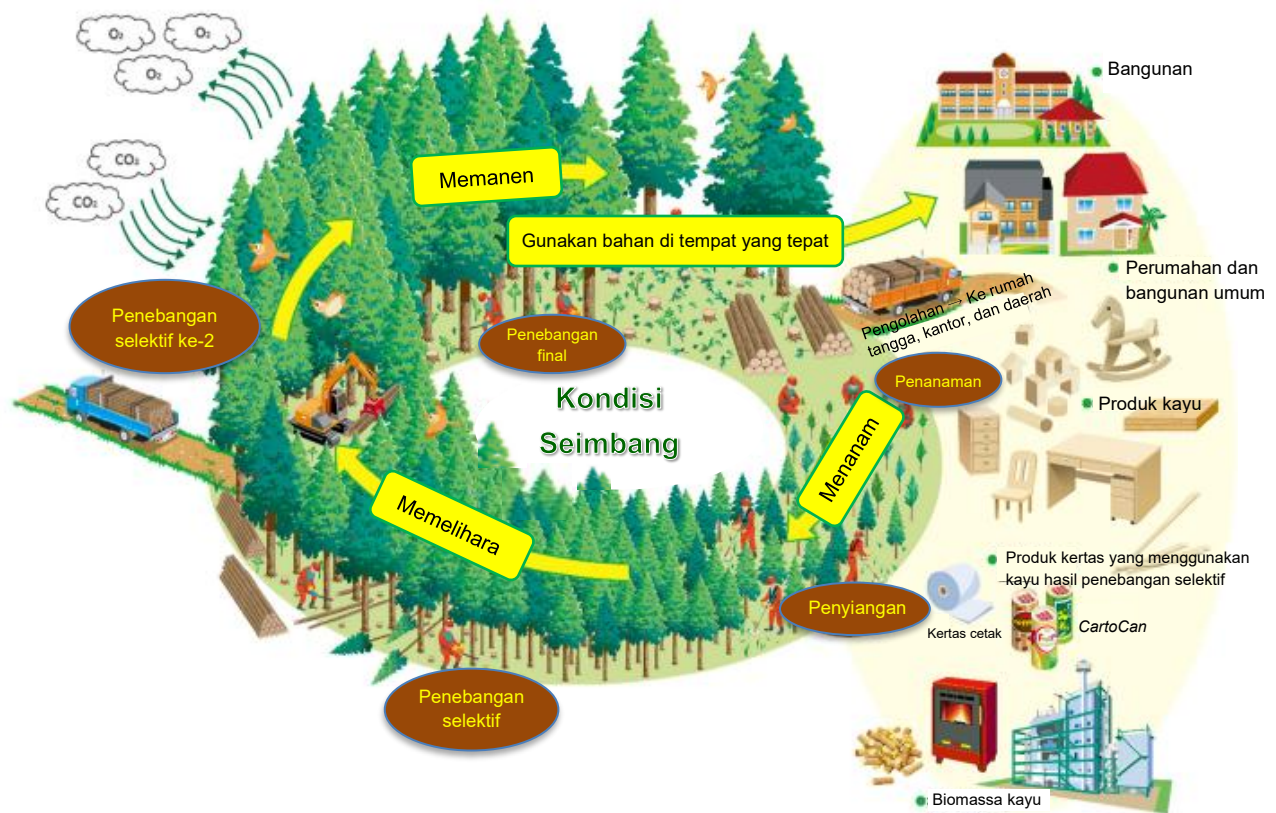
Selain pasokan kayu, hutan juga memiliki banyak fungsi lain, seperti mencegah tanah longsor, memurnikan dan menyimpan air, serta mencegah pemanasan global. Dengan demikian, fungsi-fungsi hutan yang mendukung kehidupan kita ini disebut "peran multifungsi".

(2) Makna dari Penggunaan Kayu.

Pohon memiliki kemampuan untuk menyerap karbon dioksida dari atmosfer dan menyimpannya sebagai karbon. Oleh karena itu, dengan menggunakan kayu yang diangkut dari hutan untuk bangunan dan keperluan lainnya, karbon dapat disimpan dalam jangka waktu yang lama.

Selain itu, penggunaan kayu pada bangunan juga mengurangi emisi karbon dioksida, karena kayu mengonsumsi lebih sedikit energi dalam manufaktur dan pengolahannya dibandingkan dengan baja atau beton.

Dengan demikian, karena penggunaan kayu dapat membantu dalam pencegahan pemanasan global, maka penting untuk menebang pohon dan menggunakannya dengan hati-hati sebagai kayu, serta menanam/menumbuhkan pohon baru di lokasi yang telah ditebang.



Gambar 1-3 Gambar siklus pemanfaatan sumber daya hutan

(3) Industri Kayu di Jepang

Pelaku industri kayu membeli kayu gelondongan dari pemilik hutan dan pihak lain sebagai bahan baku, kemudian memproses dan menjualnya. Bagian ini akan menjelaskan industri kayu di Jepang berdasarkan jenisnya.

① Industri Kayu Gergajian

Volume pengiriman produk kayu gergajian mencapai 8.600.000 m³ pada tahun 2022, tidak banyak berubah dalam beberapa tahun terakhir. Dari jumlah tersebut, sekitar 80% adalah bahan bangunan, sedangkan produk lainnya adalah bahan pengemasan, bahan teknik sipil dan konstruksi, serta bahan furnitur dan kosen.

Di pabrik penggergajian kayu, kayu gelondongan lurus yang disebut sebagai bahan kayu A banyak digunakan untuk membuat produk seperti pilar rumah. Sekitar 80% dari kayu gelondongan yang digunakan tersebut berasal dari dalam negeri, sementara 20% sisanya merupakan kayu impor. Mayoritas kayu impor adalah "kayu Amerika" yang diimpor dari Amerika Utara (Amerika Serikat dan Kanada).

Jumlah pabrik penggergajian kayu di dalam negeri adalah sekitar 4.000 pabrik, tetapi jumlah tersebut telah menurun dalam beberapa tahun terakhir.

② Industri Manufaktur Kayu Laminasi

Kayu laminasi adalah jenis kayu yang dibuat dengan cara menumpuk dan merekatkan papan, balok kayu persegi kecil, dan sejenisnya dengan arah serat yang sama, baik arah lebarnya maupun arah ketebalannya.

Jumlah produksi kayu laminasi di dalam negeri pada tahun 2022 mencapai 1.660.000 m³, dan sebagian besar merupakan kayu laminasi untuk konstruksi. Dari jumlah tersebut, yang dibuat dengan menggunakan kayu lokal adalah 47,1% atau sekitar setengahnya, dan persentase ini sedikit demi sedikit meningkat dibandingkan dengan masa lalu.

Jumlah pabrik kayu laminasi di dalam negeri mencapai 140 pabrik pada tahun 2022.

③ Industri Manufaktur Kayu Lapis dan Industri Manufaktur LVL

Kayu lapis (*plywood*) adalah bahan permukaan yang dibuat dengan cara

menumpuk dan merekatkan "lembaran venir" dengan arah serat yang saling silang pada sudut 90° (ortogonal). Lembaran venir tersebut dihasilkan dari kayu gelondongan yang diputar sambil dipotong tipis dengan mata pisau. LVL (*Laminated Veneer Lumber*/kayu venir laminasi) terdiri dari lembaran venir setebal 2-4 mm yang ditumpuk dan direkatkan dengan arah serat yang sejajar satu sama lain, terutama digunakan sebagai bahan poros.

Jumlah produksi kayu lapis biasa di dalam negeri mencapai 3.060.000 m³ pada tahun 2022, dan sebagian besar merupakan kayu lapis yang terbuat dari pohon konifera. Berdasarkan penggunaannya, kayu lapis untuk konstruksi mencapai 2.660.000 m³, dan kayu lapis untuk bekisting beton mencapai 30.000 m³.

Sebagian besar kayu gelondongan yang digunakan di pabrik kayu lapis diimpor sejak kira-kira 20 tahun yang lalu, tetapi saat ini sekitar 90% adalah kayu dalam negeri. Berdasarkan jenis pohon, *cedar* adalah pohon yang paling sering digunakan dengan mencapai sekitar 60%, diikuti oleh *larix* dan cemara *hinoki*.

Jumlah pabrik kayu lapis di Jepang adalah 155 pabrik pada tahun 2022.

Selain itu, jumlah produksi LVL pada tahun 2022 adalah 250.000 m³. Jumlah pabrik LVL di Jepang adalah 12 pabrik.

④ Industri Manufaktur Lantai Kayu

Manufaktur lantai kayu di Jepang dimulai sekitar tahun 1910. Dulu, bahan baku utamanya adalah kayu keras (pohon berdaun lebar) yang diproduksi di dalam negeri ataupun yang diimpor, tetapi dalam beberapa tahun terakhir, penggunaan kayu lunak (pohon konifera) dalam negeri telah meningkat.

Jumlah pabrik lantai kayu di Jepang adalah 38 pabrik pada tahun 2024.

⑤ Industri Manufaktur Serpih Kayu

Jumlah produksi serpih kayu (tidak termasuk serpih untuk bahan bakar) mencapai 5.280.000 ton pada tahun 2022, hampir tidak berubah dalam beberapa tahun terakhir. Bahan bakunya berasal dari kayu gelondongan (45%), sisa-sisa pabrik (40%), sisa-sisa hutan, sisa-sisa pembongkaran, dan kayu buangan.

Dari bahan baku tersebut, sebagian besar kayu gelondongan merupakan kayu dalam negeri. Dalam beberapa tahun terakhir, kayu lunak (pohon konifera) lebih banyak digunakan daripada kayu keras (pohon berdaun lebar).

Jumlah pabrik serpih kayu di Jepang adalah 1.110 pabrik pada tahun 2022.

Dari jumlah tersebut, 790 pabrik juga merupakan pabrik penggergajian kayu, sedangkan 320 pabrik sisanya hanya berspesialisasi dalam bidang serpih kayu.

⑥ Industri Manufaktur Kayu Pra-potong

Kayu pra-potong (*precut*) mengacu pada pemotongan komponen bahan kayu untuk konstruksi yang digunakan untuk rumah kayu, serta pemrosesan sambungan (*tsugite/shiguchi*) dengan menggunakan mesin di pabrik terlebih dahulu sebelum dibawa ke lokasi konstruksi untuk disatukan.

Kayu pra-potong terutama digunakan dalam "metode konstruksi kerangka kayu", yang merupakan metode yang paling banyak digunakan saat membangun rumah kayu di Jepang. Persentase pemrosesan kayu pra-potong dalam metode konstruksi kerangka kayu telah meningkat dari tahun ke tahun dan mencapai 95% pada tahun 2023.

[Glosarium]

Tsugite: Penyambungan 2 batang kayu ke arah memanjang, atau titik di mana keduanya disatukan.

Shiguchi: Penyambungan 2 batang kayu pada sudut siku-siku atau diagonal, atau titik di mana keduanya disatukan.

1.2 Pengetahuan Dasar tentang Kayu

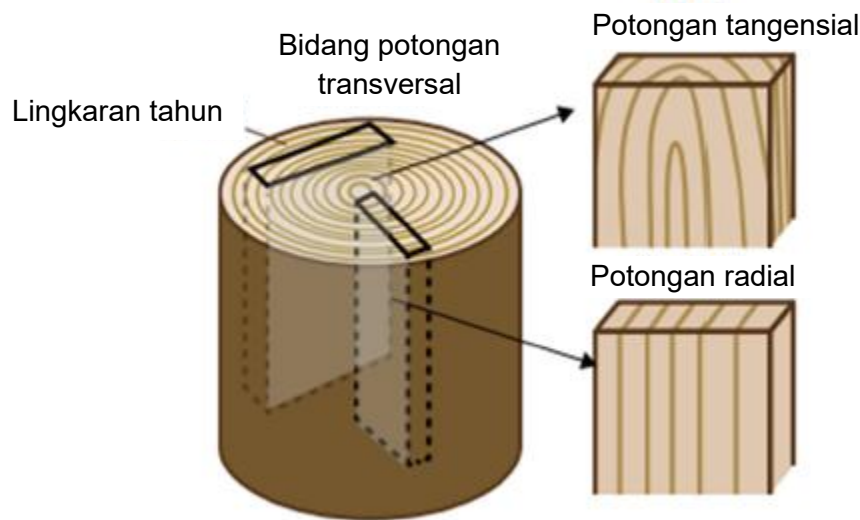
(1) 3 Bidang Potongan Kayu

3 bidang potongan kayu adalah "bidang potongan transversal", "bidang potongan radial", dan "bidang potongan tangensial".

"Bidang potongan transversal" mengacu pada potongan melintang yang tegak lurus terhadap batang pohon, dan di permukaannya terdapat pola konsentris. "Bidang potongan radial" mengacu pada potongan batang pohon yang dibelah secara vertikal hingga melewati bagian pusat batang, dan di permukaannya terdapat pola serat sejajar. "Bidang potongan tangensial" mengacu pada potongan batang yang dibelah secara bersinggungan dengan garis lingkaran tahun, biasanya di permukaannya terdapat pola serat bergelombang.

(2) Lingkaran Tahun

Apabila pohon tumbuh di daerah yang memiliki perubahan musim yang jelas seperti Jepang, pola konsentris akan muncul pada bidang potongan transversal. Terlihat demikian karena ini adalah pola warna yang berulang dari "kayu awal" berwarna terang yang terbentuk pada musim pertumbuhan yang baik dari musim semi hingga musim panas dan "kayu akhir" berwarna gelap yang terbentuk dari musim panas hingga musim gugur, dan ini dinamakan "lingkaran tahun" karena biasanya terbentuk 1 pola setiap tahun.



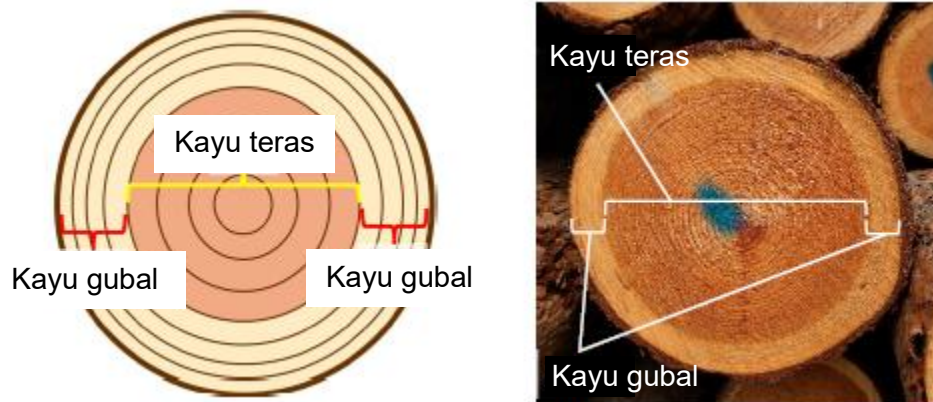
Sumber: Buku teks penyuluhan pemanfaatan kayu "Dasar-Dasar Kayu"

Gambar 1-4 Bidang potongan kayu

(3) Kayu Teras dan Kayu Gubal

Bagian yang berwarna lebih gelap di dekat bagian tengah batang pohon disebut "kayu teras", dan bagian yang berwarna lebih terang di sekelilingnya disebut "kayu gubal". Warna kayu teras berbeda-beda tergantung jenis pohonnya, dan ada juga jenis pohon yang perbedaan warna antara kayu teras dan kayu gubalnya tidak terlalu jelas.

Misalnya, perbedaan warna antara kayu teras dan kayu gubal terlihat jelas pada pohon *cedar*, jenis pohon yang umum di Jepang, sedangkan perbedaan warna pada pohon cemara *hinoki* tidak terlalu terlihat jelas jika dibandingkan dengan pohon *cedar*.



Gambar 1-5 Kayu teras dan kayu gubal

(4) Kayu Lunak dan Kayu Keras

Kayu dapat dibagi menjadi kayu lunak (pohon konifera) dan kayu keras (pohon berdaun lebar), yang masing-masing terdiri dari sel dan struktur yang berbeda.

Kayu lunak digunakan sebagai bahan kayu untuk konstruksi seperti pilar dan balok penopang atap, karena batang pohon tersebut umumnya lurus dan memungkinkan untuk mendapatkan kayu gergajian panjang dengan arah aksial.

Di sisi lain, kayu keras lebih bervariasi daripada kayu lunak dalam hal bentuk batang, kekerasan, berat, dan tekstur serat. Selain itu, tergantung pada jenis pohonnya, pola khas yang memiliki nilai artistik dapat muncul di permukaan kayu. Ini disebut "*moku (figure)*" dan diberi nama yang berbeda tergantung pada jenisnya.

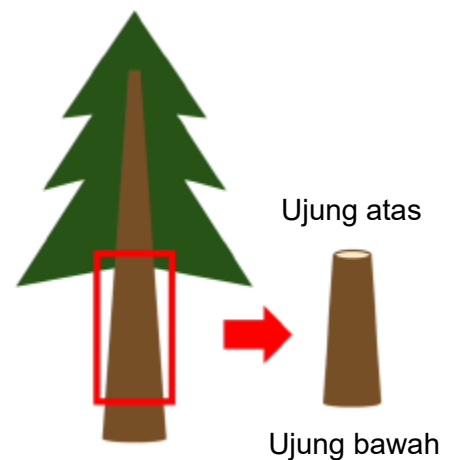
Tabel: Jenis pohon utama Jepang yang digunakan sebagai kayu

	Nama Jenis Pohon	Penjelasan
Kayu Lunak	Pohon <i>cedar</i>	Jumlahnya paling banyak di Jepang dan ada di semua 47 prefektur. Bentuknya lurus, mudah diproses, dan digunakan untuk berbagai keperluan termasuk bahan bangunan. Kayu gubal dan kayu teras dapat dibedakan dengan jelas, kayu teras biasanya berwarna kemerahan. Kadang-kadang muncul "hati hitam", yaitu kayu teras yang berwarna coklat kehitaman.
	Pohon cemara <i>hinoki</i>	Ini merupakan jenis terbanyak setelah pohon cedar dan dapat ditemukan di wilayah selatan Prefektur Fukushima di Honshu. Kayu gubalnya berwarna putih kekuningan, sedangkan kayu terasnya berwarna coklat kekuningan muda hingga merah muda. Ini digunakan untuk berbagai macam tujuan, termasuk sebagai bahan bangunan berkualitas tinggi.
	Pohon <i>larix</i>	Pohon konifera berganti daun yang tumbuh di daerah dingin seperti Hokkaido dan Nagano. Kayu gubalnya berwarna putih, dan kayu terasnya berwarna coklat. Pohon dengan diameter kecil yang mempunyai kelemahan, salah satunya adalah mudah melengkung. Selain sebagai kayu gergajian, digunakan juga untuk kayu lapis dan material teknik sipil seperti tiang pancang.
	Selain itu, terdapat jenis pinus (pinus merah, pinus hitam), cemara <i>sakhalin</i> , dan cemara <i>yezo</i> .	
Kayu Keras	Contoh yang umum termasuk pohon <i>oak</i> Mongolia, <i>kalopanax pictus</i> (<i>castor aralia</i>), <i>beech</i> , <i>birch</i> , dan <i>zelkova</i> .	

(5) Ujung Atas dan Ujung Bawah

Bidang potongan transversal sisi puncak pohon (bagian atas pohon, sisi yang lebih kurus) disebut "ujung atas" dan bidang potongan transversal sisi akar pohon (bagian bawah pohon, sisi yang lebih tebal) disebut "ujung bawah". Produk yang digergaji dari kayu gelondongan juga kadang digunakan dalam kondisi bagian atas dan bawahnya diketahui.

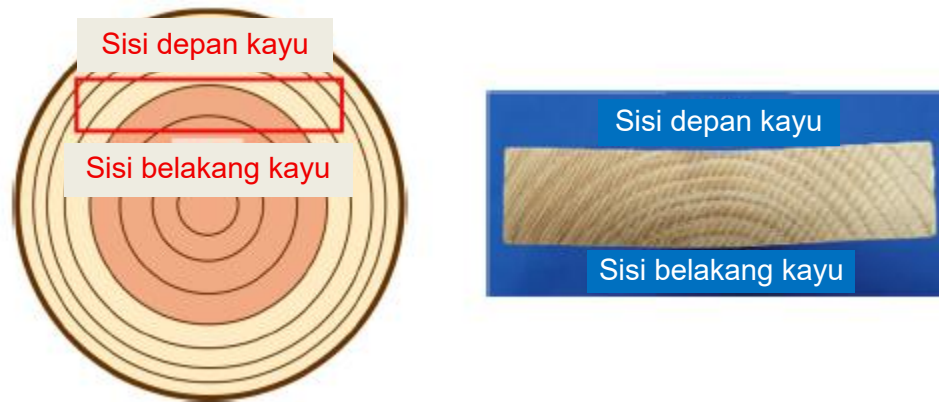
Ketika digunakan sebagai pilar, ada aturan tertentu seperti wajib menggunakannya dalam kondisi ujung bawah menghadap ke bawah, seperti pada saat pohon itu masih tumbuh.



Gambar 1-6 Ujung atas dan ujung bawah

(6) Sisi Depan Kayu dan Sisi Belakang Kayu

Pada bidang potongan tangensial, sisi yang menghadap kulit pohon (bagian luar batang pohon) disebut "sisi depan kayu", dan sisi yang menghadap hati pohon (bagian dalam batang pohon) disebut "sisi belakang kayu".



Gambar 1-7 Sisi depan kayu dan sisi belakang kayu

(7) Kadar Air

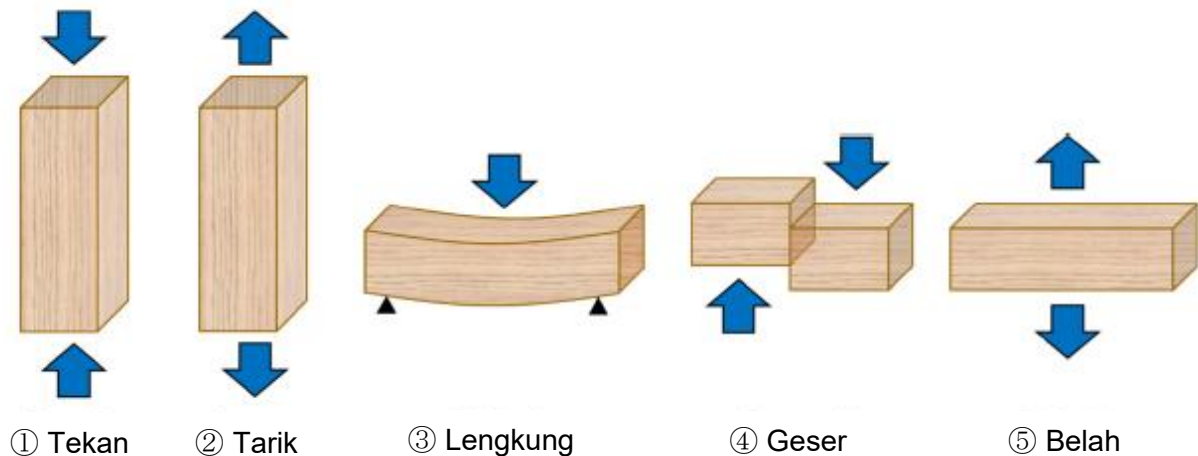
Kayu mengandung air di dalamnya, dan rasio massa air terhadap total massa kering (kondisi massa yang tidak mengandung air sama sekali) disebut "kadar air".

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{\text{Massa yang mengandung air} - \text{Total massa kering}}{\text{Total massa kering}} \times 100$$

Bila kayu dibiarkan terkena udara dalam jangka waktu yang lama, kadar airnya akan mencapai nilai tertentu, dan kadar air pada saat itu disebut "kadar air kesetimbangan". Nilainya bervariasi menurut iklim, tetapi di Jepang rata-rata sekitar 15%.

(8) Kekuatan Kayu

Kekuatan kayu berbeda-beda tergantung pada cara dan arah kekuatan yang diterapkan. Kekuatannya dinyatakan dalam: ① kekuatan tekan, ② kekuatan tarik, ③ kekuatan lengkung, ④ kekuatan geser, dan ⑤ kekuatan belah.



Gambar 1-8 Jenis-jenis kekuatan kayu (ilustrasi)

Berikut ini adalah hal-hal yang berkaitan dengan kekuatan kayu.

Kepadatan: Secara umum, semakin besar kepadatannya, semakin besar pula kekuatannya.

Kadar air: Kekuatan terbesarnya adalah dari kisaran beberapa persen hingga sekitar 10%, dan kekuatan normalnya di atas titik jenuh serat (sekitar 30%).

Arah serat: Kekuatan tekan dan tarik yang paling kuat adalah pada arah serat (arah batang). Pada kekuatan arah horizontal, arah radial (arah dari pusat ke luar) lebih kuat daripada arah tangensial (arah yang bersinggungan dengan garis lingkaran tahun).

Mata kayu: Kekuatan dapat berkurang akibat kerusakan serat di sekitar mata kayu/*knot*. Ini lebih memengaruhi kekuatan tarik daripada kekuatan tekan.

Faktor-faktor lain seperti suhu kayu, bagian dalam batang pohon, persentase “kayu akhir”, lebar rata-rata lingkaran tahun, ukuran, dan cacat kayu seperti reaksi dan pembusukan juga memengaruhi kekuatan kayu.

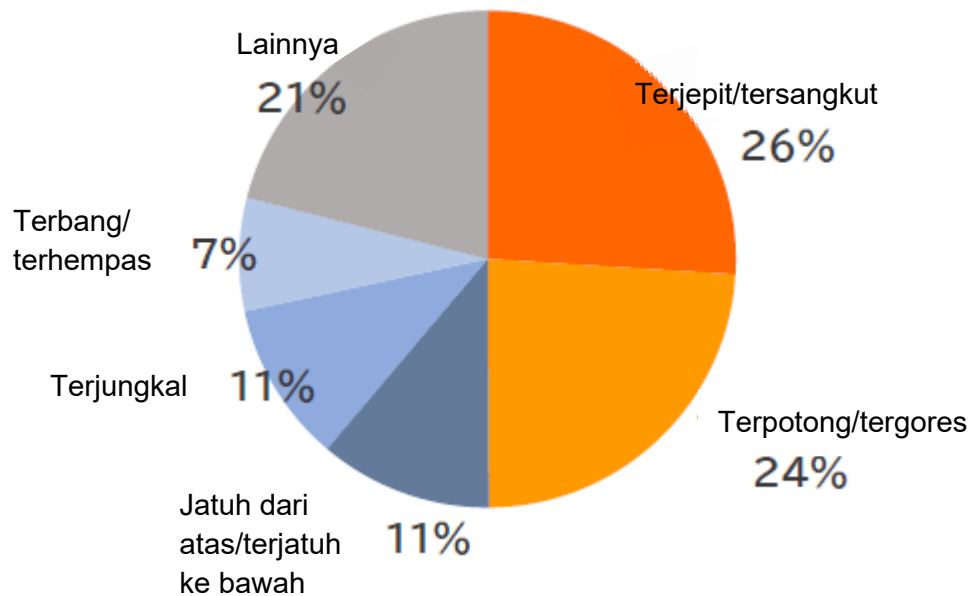
1.3 Pengetahuan Dasar tentang Keselamatan Kerja

(1) Terjadinya Kecelakaan Kerja pada Industri Kayu

Dalam industri kayu, terdapat sekitar 1.000 kasus kecelakaan kerja yang mengakibatkan kematian dan cedera setiap tahunnya. Dari jumlah tersebut, sekitar 10 insiden merupakan kecelakaan fatal.

Berkat adanya mesin yang aman dan dorongan untuk meningkatkan langkah-langkah keselamatan, jumlah kecelakaan kerja telah berkurang dibandingkan dengan masa lalu. Namun, tingkat kecelakaan kerjanya 4,4 kali lebih tinggi dibandingkan dengan industri manufaktur lainnya, dan masih ada banyak hal yang harus diperbaiki.

Sekitar setengah dari kecelakaan di industri kayu disebabkan oleh "terpotong/tergores" atau "terjepit/tersangkut". Sebagian besar kecelakaan yang terjadi selama pekerjaan pengolahan kayu disebabkan karena menyentuh peralatan yang sedang berputar dengan kecepatan tinggi atau terjepit oleh sabuk pemutar alat atau perangkat pengumpan kayu. Saat melakukan pekerjaan ini, Anda harus sangat berhati-hati.



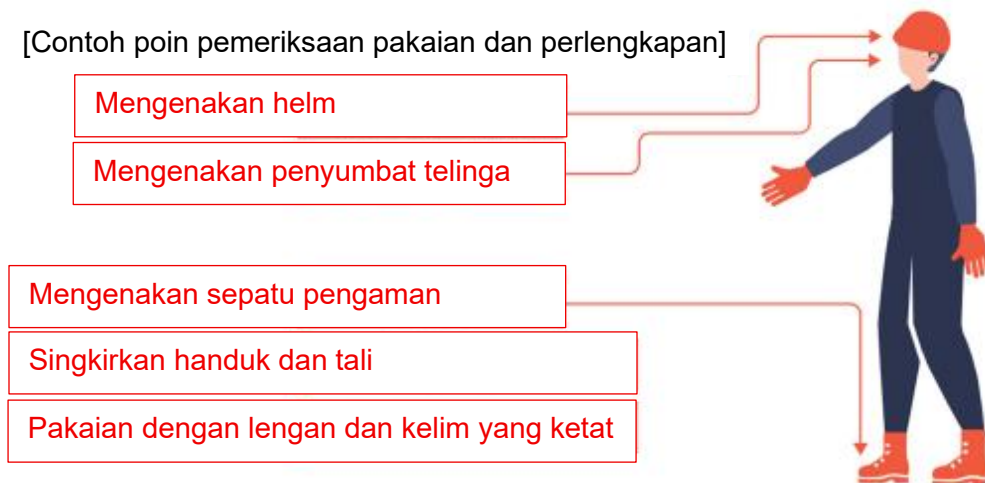
Gambar 1-9 Jumlah korban jiwa/luka berdasarkan jenis kecelakaan di industri kayu (2019-2023)

(2) Pakaian yang Mempertimbangkan Keselamatan

Untuk melakukan pekerjaan dengan aman, Anda perlu memilih pakaian yang sesuai dengan jenis pekerjaan dan musim. Selain itu, Anda harus mengenakan pakaian kerja yang memiliki pengetat lengan dan pengetat kelim yang memadai.

Berhati-hatilah dengan pakaian yang longgar atau bertali dan hindari menggunakan sarung tangan, apron, dan handuk tangan, terutama ketika bekerja di tempat yang berisiko tersangkut mata gergaji, *roller*, atau perangkat yang berputar.

Selain helm dan topi kerja, peralatan pelindung seperti kaca mata pelindung, masker, sepatu pengaman, dan penyumbat telinga juga harus dikenakan dengan benar sesuai dengan jenis pekerjaan.



Gambar 1-10 Poin-poin tentang pakaian yang mempertimbangkan keselamatan

(3) Penilaian Risiko

Penilaian risiko adalah proses mengidentifikasi area berbahaya yang ada di tempat kerja, menilai risiko dan prioritas berdasarkan besarnya kerusakan yang disebabkan oleh bahaya tersebut beserta tingginya kemungkinan terjadinya kecelakaan, dan mengkaji cara-cara untuk mengurangi risiko-risiko tersebut dimulai dari tingkat prioritas yang paling tinggi.

Penilaian risiko diharapkan dapat memberikan dampak dalam memperjelas risiko di tempat kerja, dan memungkinkan orang-orang yang bekerja di sana untuk mengetahui dan berbagi informasi risiko.

(4) Prinsip Alat Pengaman Mesin

Alat dan perlengkapan pengaman mesin dirancang berdasarkan 2 konsep yang berbeda, yaitu "*fool proof*" dan "*fail safe*".

Tabel: Prinsip alat pengaman

Sangat mudah dan aman (<i>fool proof</i>)	Konsep dalam melakukan desain yang didasarkan pada pengakuan bahwa manusia adalah makhluk yang mudah melakukan kesalahan. Contoh yang terkait misalnya pemasangan <i>cover</i> pada bagian mesin yang berputar untuk menghalangi sentuhan tangan manusia, dan pemasangan <i>interlock</i> yang mematikan sirkuit listrik ketika <i>cover</i> bagian yang sedang beroperasi dibuka untuk perbaikan, dll.
Aman dari kegagalan (<i>fail safe</i>)	Sebuah konsep bahwa meskipun ada keabnormalan atau kegagalan, mesin akan beroperasi dengan cara yang aman, dan keamanan keseluruhan mesin tetap terjaga sehingga tidak memicu kecelakaan atau bencana.

Mesin pemrosesan kayu memiliki berbagai alat pengaman, seperti *cover* untuk bagian yang berputar, perangkat untuk mencegah kontak dengan mata pisau, perangkat untuk mencegah percikan dan pantulan material, dan mekanisme *interlock* untuk mencegah mesin beroperasi saat melakukan pemeriksaan atau perbaikan.

Alat pengaman ini tidak boleh dilepaskan saat menggunakan mesin karena ini penting untuk melindungi tubuh pekerja dari kecelakaan kerja.

(5) Pemeriksaan Mesin dan Peralatan

Kecelakaan lebih mudah terjadi jika mesin atau alat pemotong bermasalah. Oleh karena itu, penting untuk memeriksa dan merawat mesin secara berkala dengan benar sebelum digunakan untuk mencegah kerusakan.

Apabila pemeriksaan menunjukkan bahwa ada sesuatu yang salah pada mesin, maka pengaturan atau perbaikan harus segera dilakukan.

Selain itu, saat memeriksa, mengatur, atau membersihkan mesin, pastikan untuk mematikan daya agar mesin benar-benar berhenti dan tidak bergerak tiba-tiba.

(6) Kegiatan 4S

Kegiatan 4S mengacu pada penerapan *Seiri* (mengatur), *Seiton* (menyusun), *Seiketsu* (merapikan), dan *Seisou* (membersihkan)" secara rutin.

Di tempat kerja yang tidak menerapkan kegiatan 4S, benda-benda sering diletakkan di tempat yang tidak semestinya, dan kecelakaan akibat tersenggol lebih mungkin terjadi karena kurangnya ruang gerak saat bekerja. Selain itu, serbuk gergaji, sisa-sisa potongan kayu, ataupun kulit pohon yang ada di lantai dapat menyebabkan kecelakaan jatuh.

Oleh karena itu, penting untuk mengurangi risiko kecelakaan dengan melakukan "kegiatan 4S" dalam pekerjaan sehari-hari, seperti melakukan persiapan sebelum bekerja dan membersihkan tempat kerja setelah bekerja.

Bab 2 Setiap Produk dan Kegunaannya

2.1 Produk Kayu Gergajian

Sebagian besar produk kayu gergajian digunakan untuk bahan bangunan seperti pilar, fondasi lantai, dan balok penopang atap atau langit-langit. Ini juga digunakan untuk bahan pengemasan, bahan teknik sipil dan konstruksi, serta bahan furnitur dan kosen.

Menurut standar JAS, ini diklasifikasikan menjadi "kayu gergajian untuk pertukangan", "kayu gergajian untuk konstruksi berdasarkan pemeringkatan secara visual", "kayu gergajian untuk konstruksi berdasarkan pemeringkatan oleh mesin", "kayu gergajian untuk fondasi", dan "kayu gergajian kayu keras".

Ada 3 jenis produk kayu gergajian berdasarkan bentuk penampang melintang.

Tabel: Jenis-jenis produk kayu gergajian

Papan	Kayu dengan sisi pendeknya kurang dari 75 mm dan sisi panjangnya 4 kali sisi pendek atau lebih.
Balok persegi	• Kayu dengan sisi pendeknya 75 mm atau lebih. • Kayu dengan sisi pendeknya kurang dari 75 mm dan sisi panjangnya kurang dari 4 kali sisi pendek.
Balok silinder (hanya digunakan untuk konstruksi)	Kayu dengan ujung permukaan berbentuk bundar dan berdiameter tertentu terhadap arah panjangnya.

Bagian berikut ini menjelaskan tentang standar JAS untuk produk kayu gergajian.

(1) Kayu Gergajian untuk Pertukangan

Terbuat dari kayu lunak (pohon konifera) dan digunakan untuk ambang pintu, *lintel*, dinding, dan interior bangunan lainnya.

(2) Kayu Gergajian untuk Konstruksi

Terbuat dari kayu lunak dan digunakan pada bagian utama penahan struktur. Standar kayu gergajian untuk konstruksi meliputi kayu gergajian untuk konstruksi berdasarkan pemeringkatan secara visual, yang diklasifikasikan peringkatnya dengan cara memeriksa kecacatan secara visual seperti mata kayu/*knot*, dan

kayu gergajian untuk konstruksi berdasarkan pemeringkatan oleh mesin, yang diklasifikasikan peringkatnya dengan cara mengukur modulus elastisitas dengan menggunakan mesin.

Kayu gergajian untuk konstruksi berdasarkan pemeringkatan secara visual dibagi menjadi dua kategori, yaitu "Kayu konstruksi tipe A" yang digunakan pada bagian yang membutuhkan kinerja pelengkungan yang tinggi seperti balok struktur horizontal, dan "Kayu konstruksi tipe B" yang digunakan pada bagian yang membutuhkan kinerja tekanan yang tinggi seperti pilar, dan diklasifikasikan ke dalam 3 kelas (dari 1 hingga 3) sesuai dengan ukuran mata kayu, retakan, dan lengkungan.

Kayu gergajian untuk konstruksi berdasarkan pemeringkatan oleh mesin dikategorikan ke dalam 6 kelas, yaitu E50, E70, E90, E110, E130, dan E150, berdasarkan pengukuran modulus elastisitas lengkungan kayu secara satu per satu dengan menggunakan mesin *grading* atau mesin lainnya. Semakin besar nilainya, maka semakin tinggi pula kekuatan lengkungnya.

(3) Kayu Gergajian untuk Fondasi

Terbuat dari kayu lunak (pohon konifera) dan digunakan sebagai fondasi (bagian yang tidak dapat dilihat dari luar) untuk atap, lantai, dinding, dan lain-lain pada bangunan.

(4) Kayu Gergajian Kayu Keras

Ini mengacu pada kayu gergajian yang terbuat dari kayu keras (pohon berdaun lebar).

Selain itu, juga ada beberapa jenis produk kayu gergajian yang tidak diklasifikasikan menurut standar JAS, tetapi merupakan kebiasaan umum komersial, yakni:

① <i>Hagarazai</i>	Istilah umum untuk produk kayu gergajian berpenampang kecil seperti <i>rafter</i> (kuda-kuda), penyambung silang, dan papan atap.
② <i>Itawari</i>	Di antara jenis papan, merupakan produk kayu gergajian yang setara dengan papan tebal.

③ <i>Kowarizai</i>	Istilah umum untuk balok persegi yang berpenampang lebih kecil daripada <i>rafter</i> (kuda-kuda).
④ <i>Taikozai</i>	Produk kayu gergajian yang dibuat dengan cara menggergaji dua sisi berlawanan batang pohon secara paralel memanjang, dan digunakan untuk balok penyangga, balok pengikat, dll.
⑤ <i>Hanwari, Futatsuware, dan Mitsuware</i>	Jenis balok persegi yang digergaji dengan ketebalan $\frac{1}{2}$ dan $\frac{1}{3}$, digunakan untuk balok penyangga diagonal, tiang rangka, <i>lintel</i> , dll.
⑥ <i>Daikaku, Chuukaku, dan Kokaku</i>	Produk kayu gergajian impor berbentuk balok, yang kurang dari 5 inci disebut <i>kokaku</i> , 5-16 inci disebut <i>chuukaku</i> , dan 18 inci atau lebih disebut <i>daikaku</i> .

2.2 Kayu Laminasi

Kayu laminasi terbuat dari lamina yang dikeringkan, sehingga memiliki karakteristik keakuratan dan kestabilan ukuran yang tinggi. Selain itu, salah satu kelebihanannya adalah memiliki performa kekuatan yang merata dan stabil, karena cacat seperti mata kayu telah dihilangkan selama pembuatannya.

Selain itu, kayu laminasi dapat diproduksi dengan cara direkatkan secara bebas ke arah lebar, ketebalan, dan panjang. Hal ini memungkinkan kebebasan yang tinggi terhadap ukuran dan bentuk, serta kemampuan untuk memproduksi kayu laminasi yang panjang dan besar, atau kayu laminasi yang melengkung seperti busur.



Gambar 2-1 Contoh penggunaan kayu laminasi



Gambar 2-2 Contoh penggunaan kayu laminasi (bahan melengkung)

Foto: Asosiasi Produk Kayu Laminasi Jepang, "Kisah Kayu Laminasi"

[Glosarium]

Lamina: Papan gergajian yang membentuk kayu laminasi (produk papan kayu gergajian, balok persegi kecil, atau kayu yang direkatkan pada arah lebar maupun panjang).

(1) Kayu Laminasi untuk Konstruksi

Kayu laminasi untuk konstruksi digunakan sebagai komponen penahan struktur seperti pilar, balok penopang atap, dan fondasi lantai.

Dalam standar JAS, diklasifikasikan menurut ukuran penampang sebagai berikut.

Penampang besar: Sisi pendeknya 15 cm atau lebih, dan luas penampangnya 300 cm² atau lebih.

Penampang sedang: Sisi pendeknya 7,5 cm atau lebih, dan sisi panjangnya 15 cm atau lebih (tidak termasuk penampang besar).

Penampang kecil: Sisi pendeknya kurang dari 7,5 cm atau sisi panjangnya kurang dari 15 cm.



Gambar 2-3 Kayu laminasi berpenampang sedang (balok penopang atap dan langit-langit)



Gambar 2-4 Kayu laminasi berpenampang kecil (pilar dan fondasi lantai)

Foto: Asosiasi Produk Kayu Laminasi Jepang, "Kisah Kayu Laminasi"

Dari semua itu, kayu laminasi berpenampang kecil dan sedang umumnya digunakan untuk perumahan, sedangkan kayu laminasi berpenampang besar digunakan untuk bangunan kayu non-perumahan seperti gedung olahraga dan fasilitas komersial.

Performa kekuatan kayu laminasi untuk konstruksi ditunjukkan dengan "E $\Delta\Delta\Delta$ -F $\Delta\Delta\Delta$ " berdasarkan tingkat kekuatan yang ditetapkan oleh standar JAS. E adalah modulus elastisitas lengkung, dan F menyatakan kekuatan

lengkungan. Semakin besar nilai ○○○ dan △△△, maka semakin tinggi pula performa kekuatannya.

Selain itu, terdapat juga "pilar laminasi dekoratif untuk konstruksi" yang memiliki papan dekoratif tipis yang ditempelkan pada permukaannya untuk tujuan estetika, dan ini terutama digunakan sebagai pilar di ruangan bergaya Jepang di rumah-rumah.

(2) Kayu Laminasi untuk Pertukangan

Kayu laminasi untuk pertukangan digunakan sebagai kayu laminasi estetik untuk struktur dalam ruangan dan furnitur. Kayu laminasi untuk pertukangan yang ditempel papan dekoratif tipis pada permukaannya disebut "kayu laminasi dekoratif untuk pertukangan".

Baik kayu laminasi untuk pertukangan maupun kayu laminasi dekoratif untuk pertukangan juga tersedia dalam berbagai pola garis atau fitur permukaan dekoratif lainnya.



Gambar 2-5 Contoh penggunaan kayu laminasi untuk pertukangan

Foto: Asosiasi Produk Kayu Laminasi Jepang,
"Kisah Kayu Laminasi"

2.3 Kayu Lapis

Karakteristik kayu lapis yaitu memiliki ukuran yang luas, pemuaian/penyusutan yang sedikit (kestabilan ukuran yang tinggi), dan permukaan yang kuat. Penggunaannya juga sangat luas, mulai dari untuk rumah dan gedung, barang sehari-hari seperti alat musik, peralatan olahraga, dan perabot, hingga untuk kendaraan seperti interior gerbong kereta api dan bak truk.

Tergantung pada penggunaannya, standar JAS menetapkan jenis-jenis seperti "kayu lapis biasa", "kayu lapis untuk bekisting beton", dan "kayu lapis untuk konstruksi".

(1) Kayu Lapis Biasa

Ini adalah kayu lapis yang banyak digunakan untuk keperluan umum, misalnya furnitur dan produk pertukangan kayu. Bahan baku utama yang digunakan adalah kayu keras (pohon berdaun lebar) seperti *lauan* dan *linden*.

Ukuran yang paling umum adalah 910 mm x 1.820 mm. Ukuran ini juga disebut "3 x 6 (*saburoku*)". Ketebalannya bervariasi tergantung pada tujuan penggunaannya, dan yang tipis disebut sebagai kayu lapis tipis.



Gambar 2-6 Contoh penggunaan kayu lapis biasa (Meja konferensi)



Gambar 2-7 Contoh penggunaan kayu lapis biasa (Papan pengumuman poster pemilu)

(2) Kayu Lapis untuk Bekisting Beton

Kayu ini memiliki tingkat kekuatan dan ketahanan air tertentu, dan banyak digunakan di lokasi konstruksi dan teknik sipil sebagai bekisting untuk menuang dan membentuk beton.

Agar permukaannya halus setelah pengecoran, beberapa permukaan kayu lapis diberi lapisan akhir (*coating*) untuk mencegah beton menempel pada permukaannya.



Gambar 2-8 Kayu lapis untuk bekisting

Foto: Situs web Asosiasi Manufaktur Kayu Lapis

(3) Kayu Lapis untuk Konstruksi

Ini adalah kayu lapis yang digunakan di bagian-bagian penting untuk kekuatan struktural bangunan. Terutama digunakan sebagai bahan fondasi dinding, lantai, dan atap. Kayu lunak (pohon konifera) dalam negeri sering digunakan sebagai bahannya.

Ukurannya sama dengan kayu lapis biasa, dan ukuran yang paling umum disebut "*saburoku*". Untuk ketebalan produk, umumnya 9 mm atau 12 mm untuk dinding, dan 12-28 mm untuk lantai. Khusus untuk ketebalan 24 mm dan 28 mm, disebut sebagai "kayu lapis tebal untuk konstruksi", dan menjadi semakin populer karena memungkinkan balok penyangga lantai tidak perlu lagi digunakan.

Dalam standar JAS, terdapat klasifikasi kelas 1 dan kelas 2 berdasarkan jenis uji tingkat kekuatan, serta tipe khusus dan tipe 1 berdasarkan kinerja adhesi. Secara umum, material tipe khusus kelas 2 digunakan untuk fondasi dinding, lantai, dan atap.



Gambar 2-9 Contoh penggunaan kayu lapis untuk konstruksi

Foto: Situs web Asosiasi Manufaktur Kayu Lapis

2.4 LVL

LVL banyak digunakan sebagai bahan poros karena terbuat dari lembaran venir setebal 2-4 mm yang ditumpuk menjadi beberapa hingga puluhan lapisan dan lebih tebal daripada kayu lapis.

Kelebihannya adalah memiliki kekuatan yang merata, kebebasan ukuran yang tinggi, dan mampu diproduksi menjadi ukuran yang panjang ataupun lebar.

Dalam standar JAS, terdapat 2 jenis LVL berdasarkan tujuan penggunaannya, yaitu "kayu venir laminasi untuk konstruksi" dan "kayu venir laminasi untuk pertukangan".

(1) Kayu Venir Laminasi untuk Konstruksi

Terutama digunakan sebagai komponen penahan struktur.

Produk yang tidak memasukkan lembaran venir ortogonal atau yang hanya dimasukkan pada lapisan ke-2 dari lapisan terluar disebut sebagai "kayu venir laminasi untuk konstruksi tipe A", dan produk lainnya disebut sebagai "kayu venir laminasi untuk konstruksi tipe B".



Gambar 2-10 Kayu venir laminasi (LVL) untuk konstruksi

Foto: (Asosiasi inkorporasi umum) Situs web Asosiasi LVL Jepang

Kayu venir laminasi untuk konstruksi tipe B memiliki sisipan lembaran venir ortogonal yang ditentukan secara terperinci, memiliki kestabilan ukuran yang lebih tinggi, serta dapat digunakan sebagai lapisan permukaan.



Gambar 2-11 Contoh penggunaan LVL untuk konstruksi (balok penopang atap) (Sekolah PAUD Marumori)



Gambar 2-12 Contoh penggunaan LVL untuk konstruksi (rangka atap) (Gedung olahraga Kosugemura)

Foto: (Asosiasi inkorporasi umum) Situs web Asosiasi LVL Jepang

(2) Kayu Venir Laminasi untuk Pertukangan

Produk non-konstruksi, terutama digunakan sebagai bahan dasar untuk furnitur dan kosen, juga digunakan untuk struktur dalam ruangan.



Gambar 2-13 Contoh penggunaan LVL untuk pertukangan (Hatoba Kitchen, menggunakan permukaan laminasi)



Gambar 2-14 Contoh penggunaan LVL untuk pertukangan (Stan pameran, menggunakan permukaan laminasi)

Foto: (Asosiasi inkorporasi umum) Situs web Asosiasi LVL Jepang

2.5 Papan Venir

Papan venir (*tsuki-ita*) adalah lembaran venir (*tanban*) yang digunakan untuk dekorasi permukaan dan tujuan estetis pada furnitur, kosen, dan interior bangunan, yang juga dikenal sebagai "lembaran venir dekoratif".

Jarang digunakan dalam kondisi apa adanya, melainkan digunakan untuk penyelesaian akhir sebagai produk yang direkatkan ke berbagai bahan. Berbagai bahan seperti di bawah ini digunakan sesuai dengan tujuan penggunaannya.

(1) Bahan Berbasis Kayu

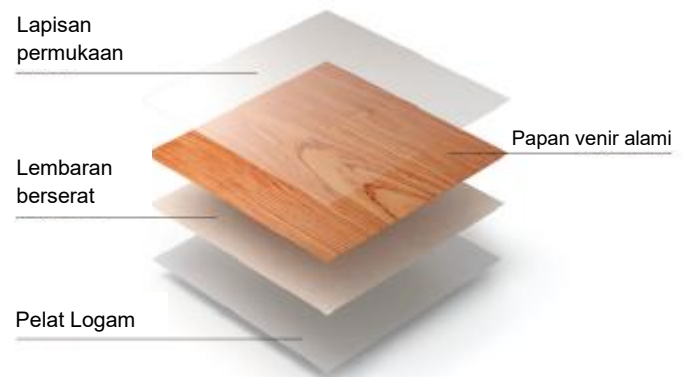
Papan venir ditempelkan pada bahan kayu dengan kehalusan permukaan yang tinggi, seperti kayu lapis *lauan*, MDF, dan papan partikel, dan telah digunakan dalam waktu yang lebih lama dibandingkan bahan lainnya. Tujuan penggunaan utamanya adalah furnitur, kosen, dan dekorasi interior umum.



Gambar 2-15

(2) Pelat Logam

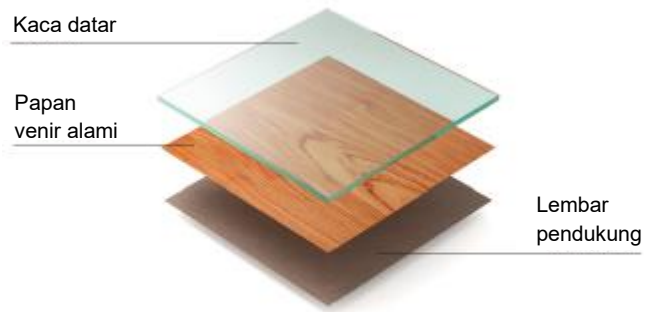
Papan venir direkatkan ke pelat logam dengan lembaran berserat di antaranya menggunakan perekat khusus, yang menghasilkan kestabilan ukuran, kestabilan bentuk, dan bentuk yang sangat baik. Beberapa di antaranya digunakan sebagai material interior yang tidak mudah terbakar (tahan api), tidak hanya untuk interior bangunan, tetapi juga untuk interior lift dan gerbong kereta api.



Gambar 2-16

(3) Kaca

Ini adalah metode pelapisan papan venir dengan kaca datar yang dapat menonjolkan serat kayu dengan jelas, dan keunggulannya adalah translusen dan tahan lama. Tujuan penggunaan utamanya adalah untuk permukaan dinding interior, furnitur, perlengkapan pencahayaan, dll.

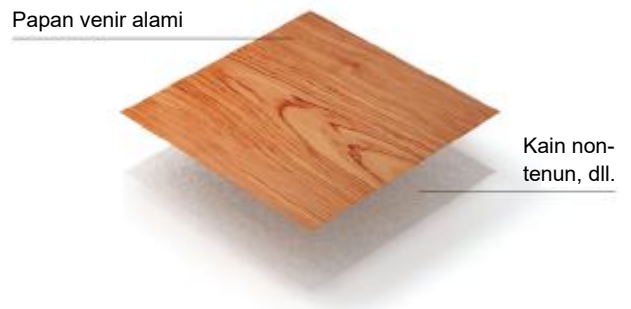


Gambar 2-17

(4) Kain Non-tenun, Kertas Jepang, dll.

Papan venir direkatkan pada kain non-tenun atau kertas Jepang, sehingga kekuatan papan venir meningkat dan membuatnya lebih tahan terhadap sobekan dan belahan. Setelah itu, dapat ditempelkan ke berbagai material. Keunggulannya adalah memiliki fleksibilitas yang sangat baik dan cocok untuk memproses permukaan yang melengkung.

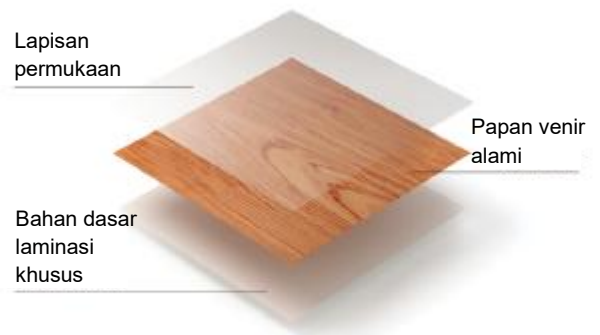
Tujuan penggunaan utamanya bervariasi, misalnya komponen bagian rumah, furnitur, dekorasi, dan interior mobil.



Gambar 2-18

(5) Papan Tahan Api

Ini adalah papan venir yang ditempelkan pada bahan dasar yang tidak mudah terbakar seperti papan berlapis kaca vulkanik atau papan semen yang diperkuat serat. Dapat juga digunakan sebagai permukaan dinding interior di ruangan yang terdampak pembatasan interior berdasarkan Undang-Undang Standar Bangunan.



Gambar 2-19

2.6 Lantai Kayu

Dalam standar JAS, terdapat dua jenis yaitu "lantai solid" dan "lantai komposit". Lantai yang menggunakan papan gergajian sebagai bahan dasar dan memiliki 1 lapisan pada arah ketebalannya disebut lantai solid, sedangkan yang lainnya disebut lantai komposit.

(1) Lantai Solid

Keunggulan lantai solid adalah dapat digunakan dalam jangka waktu lama dengan melakukan perawatan seperti memoles permukaan dan mengecat ulang bila permukaannya mengalami kerusakan seiring berjalannya waktu. Tidak hanya di rumah, tetapi juga digunakan di fasilitas pendidikan seperti sekolah dan gedung olahraga, serta fasilitas komersial.



Gambar 2-20 Contoh penggunaan lantai solid

Foto: (Asosiasi inkorporasi umum) Asosiasi *Flooring* Jepang "Pedoman *Flooring*"

Lantai solid terdiri dari beberapa jenis, seperti "*flooring board*" yang terbuat dari papan gergajian, "*flooring block*" yang terdiri dari 2 atau lebih papan gergajian yang disambung sejajar, dan "*mozaic parquet*" yang terdiri dari 2 atau lebih potongan papan gergajian kecil dengan panjang sisi terpanjang 22,5 cm atau kurang yang disusun dengan kombinasi kertas atau bahan lainnya.



Gambar 2-21 *Flooring board*



Gambar 2-22 *Flooring block*



Gambar 2-23 *Mozaic parquet*

(2) Lantai Komposit

Lantai komposit adalah lantai selain lantai solid. Ada berbagai produk yang dijual berdasarkan kombinasi bahan dasar dan bahan dekoratif permukaan dari lantai komposit. Yang paling banyak diproduksi di Jepang adalah yang berbahan dasar kayu lapis dengan MDF yang ditempelkan di atasnya, selanjutnya dilapisi papan venir alami atau lembaran olefin untuk dekorasi permukaan.

Lantai komposit memiliki kestabilan ukuran yang sangat baik dan lebih tahan terhadap deformasi yang diakibatkan oleh kelembapan. Selain itu, secara umum harganya lebih murah daripada lantai solid, sehingga banyak digunakan di rumah, kondominium, dan kantor.



Gambar 2-24 Lantai komposit berbahan dasar kayu lapis dari pohon konifera

2.7 Serpih Kayu

Serpih kayu (*chip*) memiliki kegunaan yang berbeda-beda tergantung pada bahan bakunya.

Bahan baku yang berasal dari pabrik dan hutan seperti sisa-sisa kayu gelondongan dan limbah kayu dari pabrik penggergajian kayu digunakan terutama untuk pembuatan kertas dan bahan bakar. Di sisi lain, serpih kayu dari sisa-sisa pembongkaran bangunan dan kayu buangan digunakan sebagai bahan baku untuk bahan bakar *boiler* dan papan berbasis kayu.

(1) Bahan Baku untuk Pembuatan Kertas

Di pabrik kertas, serpih kayu digunakan sebagai bahan baku pulp untuk memproduksi kertas.

(2) Bahan Baku untuk Papan

Di pabrik papan berbasis kayu, serpih kayu digunakan sebagai bahan baku untuk papan serat dan papan partikel.

(3) Untuk Bahan Bakar

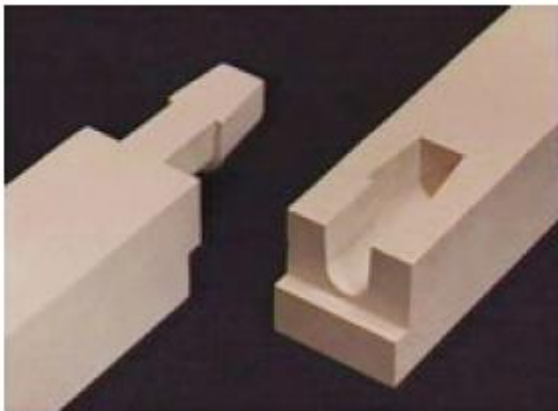
Digunakan sebagai bahan bakar pada pembangkit listrik biomassa kayu. Dalam beberapa tahun terakhir, jumlah pembangkit listrik biomassa kayu yang beroperasi di Jepang sebagai sumber energi terbarukan telah meningkat, dan permintaan terhadap serpih kayu untuk bahan bakar juga meningkat.

(4) Untuk Penggunaan Lainnya

Karena dapat memberikan efek bantalan yang sangat baik saat diletakkan di permukaan tanah, ini digunakan sebagai mulsa dalam berkebun, juga di jalan setapak taman, dan di lintasan latihan kuda pacu.

2.8 Kayu Pra-potong

Kayu pra-potong adalah hasil dari informasi desain bangunan yang dikonversikan menjadi informasi pemrosesan kayu, dan karena menggunakan mesin yang dikendalikan komputer untuk memproses kayu di pabrik sebelum diangkut ke lokasi konstruksi, ini memiliki manfaat seperti menghasilkan komponen dengan presisi dan kualitas yang tinggi secara konsisten, mempersingkat waktu pemasangan di lokasi konstruksi, dan mengurangi limbah kayu di lokasi konstruksi, sehingga penggunaannya juga semakin meluas.



Gambar 2-25 Kayu pra-potong



Gambar 2-26 Lokasi konstruksi tempat kayu pra-potong dirakit

Foto: (Asosiasi inkorporasi umum) Asosiasi Kayu Pra-potong Mesin untuk Rumah Kayu Jepang

Bab 3 Proses Manufaktur untuk Setiap Produk

3.1 Kayu Gergajian

Proses penggergajian sangat bervariasi tergantung pada skop pabrik penggergajian kayu, jenis kayu gelondongan yang digunakan, dan jenis kayu gergajian yang akan diproduksi, namun secara umum prosesnya adalah sebagai berikut.

(1) Pengupasan

Pengupasan mengacu pada proses menghilangkan kulit pohon dari kayu gelondongan. Hal ini dilakukan untuk ① mencegah kerusakan pada mata gergaji akibat kulit pohon dan endapan yang menempel, ② mempermudah pemotongan kayu, dan ③ mencegah kulit pohon tercampur saat memproduksi serpihan dari sisa kayu. Untuk mengupas, digunakan mesin yang disebut *barker*.

(2) Pemotongan Kayu

"Pemotongan kayu" mengacu pada tindakan menentukan dari posisi manakah kayu gelondongan akan dipotong, produk kayu gergajian yang bagaimanakah yang akan dibuat, dan melaksanakan pemotongan kayu sesuai dengan keputusan tersebut.

Ini adalah salah satu pekerjaan yang paling penting, karena hasil (rasio volume kayu gergajian yang diproduksi terhadap volume kayu gelondongan yang digunakan) dan nilai kayu gergajian dapat berubah dengan signifikan tergantung pada pemotongannya.

Pemotongan kayu dilakukan dengan mempertimbangkan diameter dan kualitas kayu gelondongan, serta ukuran dan kualitas produk kayu gergajian yang dibutuhkan. Metodenya berbeda-beda tergantung pada jenis pohon yang akan digergaji dan wilayahnya.

(3) Penggergajian Kayu

Ini adalah proses utama dalam manufaktur kayu gergajian. Penggergajian kayu gelondongan menjadi *flitch* atau produk kayu setengah jadi lainnya (kayu dalam proses) disebut "pembelahan besar", kemudian penggergajian kayu setengah jadi

tersebut menjadi ukuran yang lebih kecil atau produk jadi disebut "pembelahan sedang", dan penggergajian kayu setengah jadi yang telah dilakukan pembelahan sedang menjadi produk jadi disebut "pembelahan kecil". Namun, dalam praktiknya di lokasi kerja, sering kali tidak ada perbedaan yang jelas antara pembelahan besar, sedang, atau kecil, dan ketiga pekerjaan tersebut dilakukan dengan menggunakan mesin seperti mesin gergaji pita otomatis dengan pengumpan, mesin gergaji pita kembar dengan pengumpan, dan mesin gergaji bundar kembar dengan pengumpan.

Selain itu, proses pemotongan tepi papan berkuping (papan yang masih terdapat sisa bulatan terluar dari batang kayu gelondongan) untuk menentukan lebar produk disebut "*mimisuri* (pemotongan kuping kayu)", sedangkan untuk menentukan panjang produk disebut "*yokogiri* (pemotongan melintang)", keduanya juga merupakan bagian dari proses penggergajian. Mesin *edger* digunakan untuk *mimisuri*, sedangkan *trimmer* dan *cross cut-off saw*, dll. digunakan untuk *yokogiri*.

(4) Pengerinan

Kayu dengan kadar air yang tinggi akan mengering dan menyusut seiring berjalannya waktu, yang mengakibatkan ukurannya berubah, melengkung, atau retak, sehingga perlu untuk menghilangkan kelembapannya terlebih dahulu untuk memastikan bahwa kadar airnya sesuai dengan lingkungan tempat kayu tersebut digunakan.

Ada 2 metode pengerinan kayu, yaitu pengerinan alami dan pengerinan buatan.

- Pengerinan Alami

Pengerinan alami adalah metode pengerinan kayu dengan cara menyusunnya di luar ruangan serta memanfaatkan panas matahari dan angin. Tiap-tiap kayu ditumpuk dengan diberi jarak di lokasi yang memiliki sirkulasi udara dan drainase yang baik secara tegak lurus terhadap arah angin utama. Selain itu, pastikan untuk dinaungi atap agar tidak terkena sinar matahari langsung, embun, dan hujan.

Karena lamanya waktu yang diperlukan untuk pengerinan, metode ini tidak cocok untuk bahan yang mudah retak, mudah berjamur, atau mudah membusuk.

- Pengeringan Buatan

Pengeringan buatan adalah metode pengeringan kayu dengan menggunakan mesin pengering kayu sambil mengontrol suhu, kelembapan, dan tekanannya. Pengubahan suhu dan kelembapan untuk mengurangi retakan akibat pengeringan dan mempercepat proses pengeringan disebut jadwal pengeringan, yang ditentukan berdasarkan jenis kayu dan ketebalan papan.

Mesin pengering yang digunakan untuk pengeringan buatan terdiri dari berbagai jenis, seperti tipe uap, tipe dehumidifikasi, tipe kombinasi pemanasan uap dengan frekuensi tinggi, serta pemanasan uap dengan tekanan rendah, tetapi yang paling umum digunakan adalah tipe uap.

(5) Penyortiran, Pengikatan, dan Pengiriman

Proses pemilahan kayu gergajian berdasarkan ukuran, kelas, dan tujuan penggunaan disebut "penyortiran". Selain itu, proses pengemasan kayu gergajian yang berukuran sama dan berkelas sama menjadi satu ikatan dengan menggunakan sabuk pengikat disebut "pengikatan". Pekerjaan ini menggunakan mesin sortir otomatis dan mesin pengikat.

Produk kayu yang telah disortir dan diikat akan dikemas dengan plastik atau bahan lainnya sebelum dikirim untuk melindunginya dari kelembapan air, kotoran, dan goresan.

3.2 Kayu Laminasi

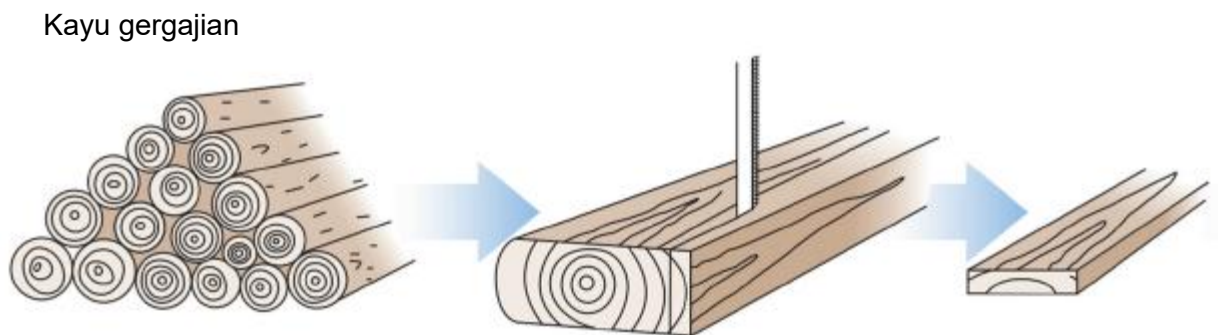
Sebagaimana dijelaskan dalam subbab 2.2, terdapat 4 jenis kayu laminasi yang ditetapkan dalam JAS, yaitu "kayu laminasi untuk konstruksi", "kayu laminasi dekoratif untuk konstruksi", "kayu laminasi untuk pertukangan", dan "kayu laminasi dekoratif untuk pertukangan".

Proses manufakturnya berbeda-beda tergantung pada jenisnya, namun buku teks ini akan mengutamakan penjelasan mengenai proses manufaktur kayu laminasi untuk konstruksi.

(1) Bahan Baku

Papan gergajian yang menjadi bahan baku kayu laminasi disebut "lamina".

Sekitar setengah dari semua kayu laminasi yang dibuat di Jepang diproduksi dengan menggunakan lamina kering yang dibeli dari luar negeri (terutama Eropa). Ada juga pabrik kayu laminasi yang memproduksi kayu laminasi dari lamina yang digergaji dari kayu gelondongan di pabrik mereka sendiri.



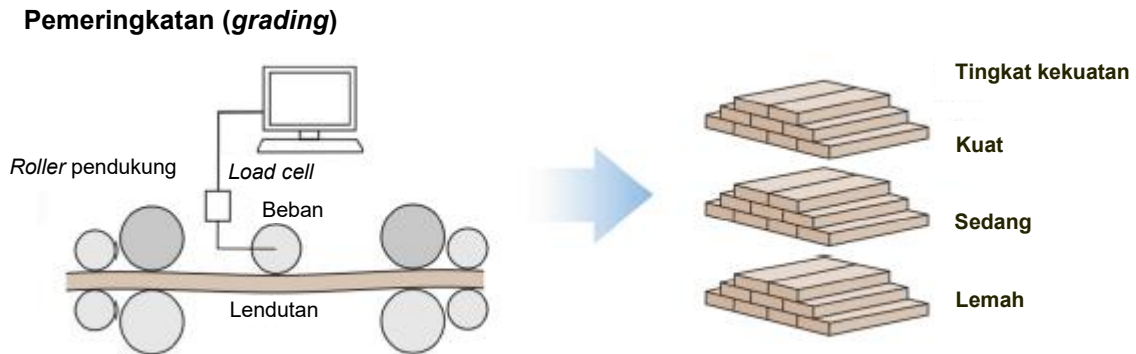
Gambar 3-1 Manufaktur lamina kayu laminasi

(2) Pemeriksaan Kadar Air dan Pemotongan Pendahuluan

Karena kayu laminasi harus dibuat dengan menggunakan lamina yang dikeringkan dengan baik (kadar air 15% atau kurang), kadar air lamina perlu diukur dengan alat pengukur kadar air gelombang mikro atau sejenisnya. Lamina yang telah memenuhi standar kadar air akan disesuaikan ukurannya dengan menggunakan *molder*.

(3) Pemeringkatan

Lamina dipilah berdasarkan kualitasnya (tingkat kekuatan, dll.) baik secara visual maupun dengan mesin. Hal ini disebut "pemeringkatan (*grading*)" dan umumnya didasarkan pada modulus elastisitas dari lamina yang diukur dengan menggunakan mesin *grading* (*stress grading machine*).

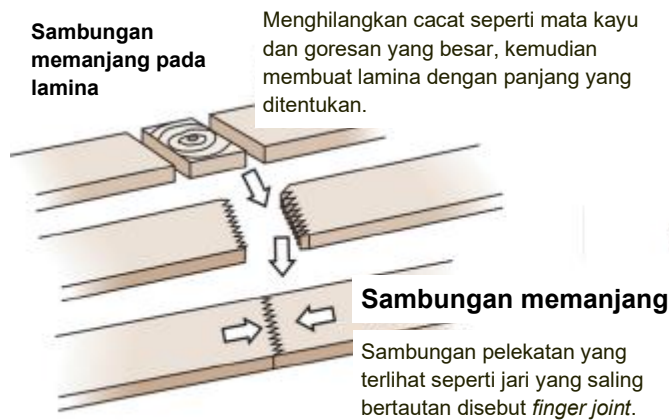


Gambar 3-2 Pemeringkatan lamina

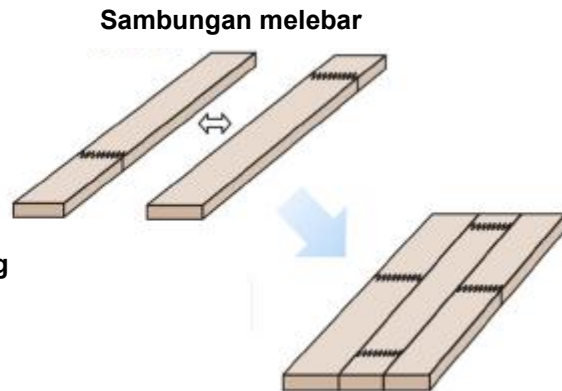
(4) Sambungan Memanjang dan Sambungan Melebar pada Lamina

Jika lamina mengandung cacat seperti mata kayu/*knot* atau goresan yang besar, bagian itu harus dihilangkan. Agar hasilnya meningkat, lamina yang sudah menjadi pendek direkatkan secara memanjang dengan lamina yang kualitasnya (tingkat kekuatannya) sama dan disesuaikan dengan panjang yang telah ditentukan agar seragam dengan panjang produk kayu laminasi yang akan diproduksi. Ini disebut "sambungan memanjang (*tatetsugi*)", dan metode yang umumnya digunakan dalam manufaktur kayu laminasi adalah *finger joint*.

Selain itu, jika lebar lamina tidak cukup dibandingkan dengan lebar produk kayu laminasi yang akan diproduksi, maka lamina direkatkan pada arah lebarnya. Ini disebut "sambungan melebar (*habahagi*)".



Gambar 3-3 Sambungan memanjang pada lamina



Gambar 3-4 Sambungan melebar pada lamina

(5) Pemotongan Lamina

Lapisan yang telah dipilah berdasarkan kualitas akan dihaluskan permukaannya dengan menggunakan *planer* atau alat lainnya sebagai persiapan untuk laminasi.

(6) Penstrukturan

Perangkaian lamina yang telah dipilah berdasarkan kualitas agar bisa memperoleh tingkat kekuatan yang dibutuhkan disebut "penstrukturan". Pada saat tersebut, jika lamina *finger joint* ditempatkan secara saling bersebelahan, maka harus dirangkai dengan jarak interval antara titik sambungannya minimal 15 cm.

Kayu laminasi yang diproduksi dengan merangkaian lamina dari jenis pohon dan kualitas yang sama disebut sebagai "kayu laminasi dengan komposisi sama", sedangkan kayu laminasi yang diproduksi dengan merangkaian lamina dari kualitas yang berbeda disebut sebagai "kayu laminasi dengan komposisi berbeda". Kayu laminasi dengan komposisi berbeda sering digunakan untuk balok penopang atap atau langit-langit, serta dikombinasikan dengan lamina dengan modulus elastisitas yang lebih tinggi di bagian luar dan lamina dengan modulus elastisitas yang lebih rendah di bagian dalam.

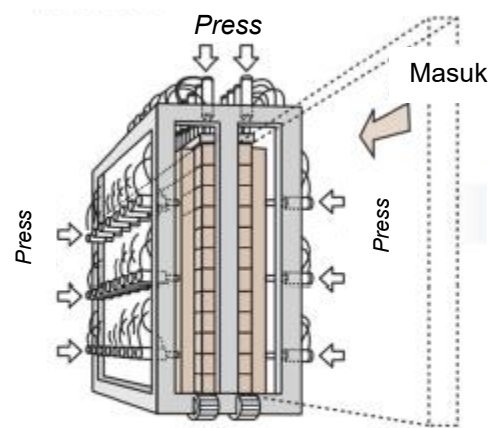
Pekerjaan penstrukturan dapat dilakukan secara otomatis oleh mesin atau secara manual oleh manusia, tergantung pada pabriknya.

(7) Perekatan Laminasi

Setelah permukaan lamina dioles dengan perekat, beberapa lamina ditumpuk dan diberi tekanan untuk direkatkan. Ini disebut “perekatan laminasi”.

Perekat yang digunakan berbeda-beda tergantung pada lingkungan tempat kayu laminasi digunakan (tujuan penggunaan), tetapi pada umumnya menggunakan perekat resin *polymer-isocyanate* berbasis air dan perekat resin resorsinol.

Penekanan (*press*)



Penekanan kayu laminasi dengan metode *cold press*

Gambar 3-5 Penekanan kayu laminasi (*press*)

(8) Penyelesaian dan Pemeriksaan

Semua sisi (4 sisi) dari kayu laminasi yang telah direkatkan akan diproses menggunakan *planer* untuk menyesuaikan ukurannya. Bagian luarnya diperiksa secara visual, dan jika ada lubang mata kayu, maka lubang tersebut harus ditambah dengan resin sintetis atau sejenisnya.

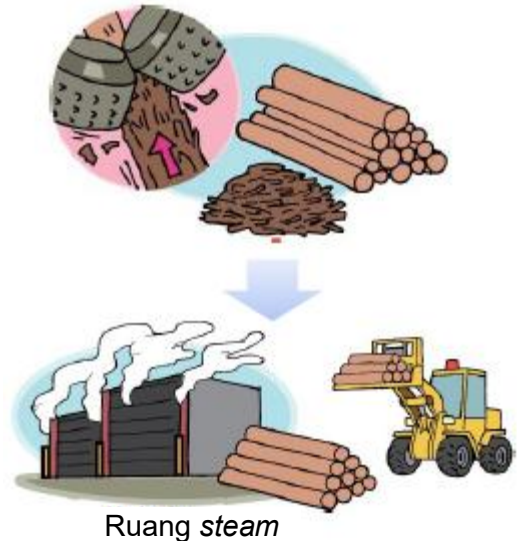
3.3 Kayu Lapis dan LVL

Cara pembuatan kayu lapis dan LVL berbeda, tetapi karena keduanya memiliki kesamaan dalam hal perekatan laminasi lembaran venir, buku teks ini akan menjelaskan terutama mengenai proses manufaktur kayu lapis.

(1) Pemrosesan Kayu Gelondongan

Kulit kayu gelondongan (*log*) dikupas dengan *barker*, kemudian dipotong menjadi batangan dengan panjang tertentu sesuai kebutuhan, dan setelah itu dikukus (*steam*) untuk mempermudah pemotongan.

Pada saat tersebut, perlu diperiksa apakah tidak ada logam atau benda lain yang menempel pada batang kayu yang dapat mengganggu proses pemotongan, lalu disingkirkan jika ada.

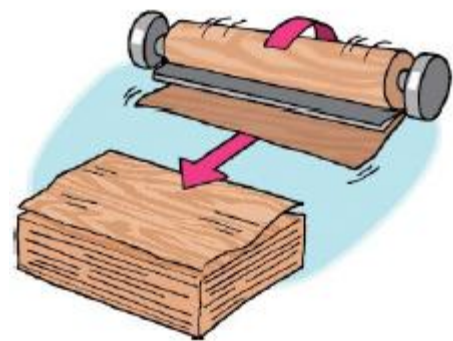


Gambar 3-6 Pemrosesan kayu gelondongan untuk kayu lapis

(2) Pemotongan

Dalam manufaktur kayu lapis dan LVL, biasanya digunakan mesin *rotary lathe* (*veneer lathe*) untuk memotong lembaran venir. Setelah menentukan pusat rotasi batang kayu dengan perangkat pemusatan (*log charger*), batang kayu dipotong menggunakan mesin *rotary lathe* menjadi lembaran venir dengan ketebalan 0,6-5,0 mm.

Lembaran venir yang telah dipotong kemudian dihilangkan kecacatannya seperti mata kayu dan retakan dengan menggunakan *veneer clipper*, setelah itu dipotong sesuai dengan ukuran panjang yang ditentukan.

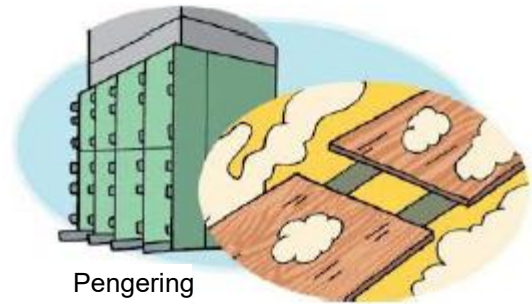


Gambar 3-7 Pemotongan lembaran venir

(3) Pengeringan Lembaran Venir

Lembaran veneer yang telah dipotong memiliki kadar air yang tinggi (ini disebut "venir mentah") sehingga tidak dapat direkatkan dengan baik bila dalam keadaan demikian, jadi veneer perlu dikeringkan dengan pengering (*dryer*) hingga kadar airnya menjadi sekitar 10%.

Suhu pengeringan dinaikkan menjadi 160-180°C sesuai dengan jadwal, tetapi juga disesuaikan dengan jenis kayu dan musim.



Pengering
(*dryer*)

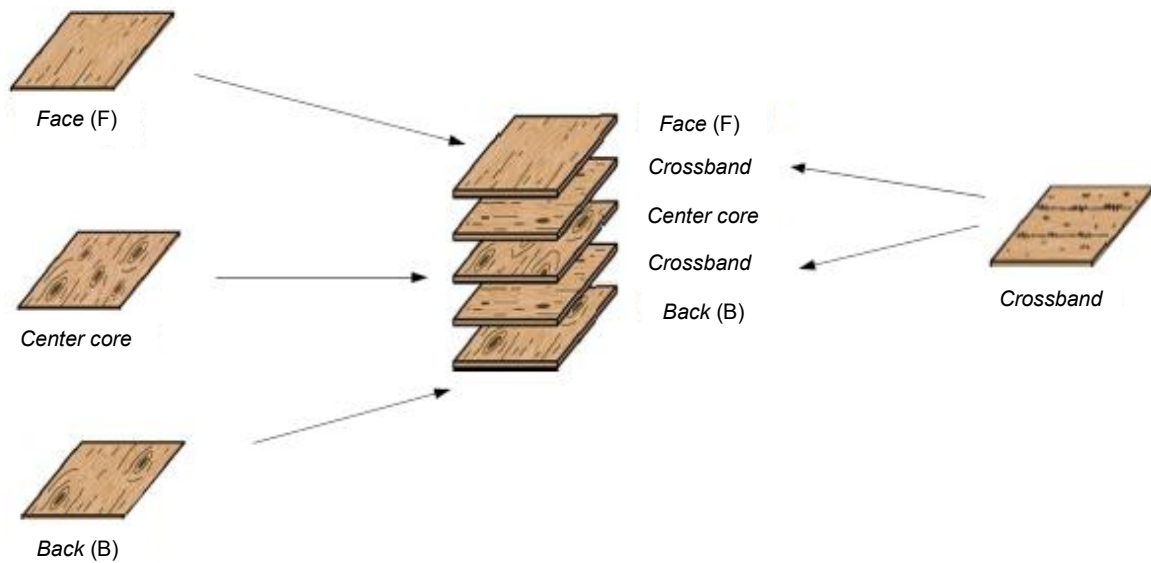
Gambar 3-8 Pengeringan
lembaran veneer

(4) Pengaturan Papan (Penyortiran, Perbaikan, dan Penstrukturan)

Cacat pada veneer diperbaiki setelah kering, dan veneer yang tidak cukup lebar ditangani dengan sambungan melebar (*habahagi*) untuk disesuaikan menjadi lembaran veneer dengan ukuran tertentu.

Lembaran veneer disortir menjadi veneer yang digunakan untuk permukaan (*face*), veneer yang digunakan sebagai papan tengah (*center core, crossband*), dan veneer yang digunakan untuk bagian belakang (*back*), dan ditumpuk ke dalam jumlah lembaran yang telah ditentukan dengan arah serat yang ortogonal (tegak lurus 90°) satu sama lain. Ini disebut "penstrukturan".

Pabrik kayu lapis menggunakan mesin penstrukturan yang disebut peralatan perakitan veneer (*veneer assembly equipment*) yang beroperasi secara otomatis.



Gambar 3-9 “Penstrukturan” kayu lapis

(5) Perekatan

Perekat dioleskan pada kedua sisi papan tengah dengan menggunakan penyebar lem (*glue spreader*) atau sejenisnya dan saling direkatkan menjadi satu dalam jumlah lembar yang ditentukan (3, 5, 7, atau angka ganjil lainnya).

Perekat yang digunakan berbeda-beda tergantung pada tujuan penggunaan kayu lapis. Pada umumnya, perekat resin fenol digunakan untuk kayu lapis untuk konstruksi, sedangkan perekat resin melamin dan urea digunakan untuk kayu lapis untuk pertukangan, dll.



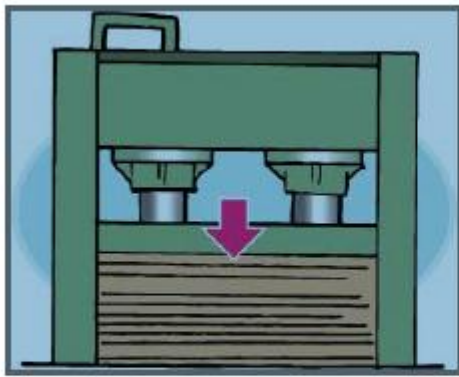
Gambar 3-10 Proses perekatan

(6) Pengepresan Dingin dan Pengepresan Panas

Kayu lapis yang baru direkatkan akan ditekan sementara pada suhu ruang dengan menggunakan mesin pengepresan dingin (sekitar 20 menit). Ini disebut “pengepresan dingin (*cold press*)”.

Setelah itu ditekan dengan menggunakan mesin pengepresan panas dengan tekanan 8-12 kgf/cm² sambil dipanaskan pada suhu 110-135°C untuk mengeraskan dan membentuk perekat. Ini disebut “pengepresan panas (*hot press*)”.

Setelah pengepresan panas selesai, produk dibiarkan selama jangka waktu tertentu (sekitar 3 hingga 7 hari) untuk menstabilkan kinerja perekat.



Pengepresan dingin (*cold press*)



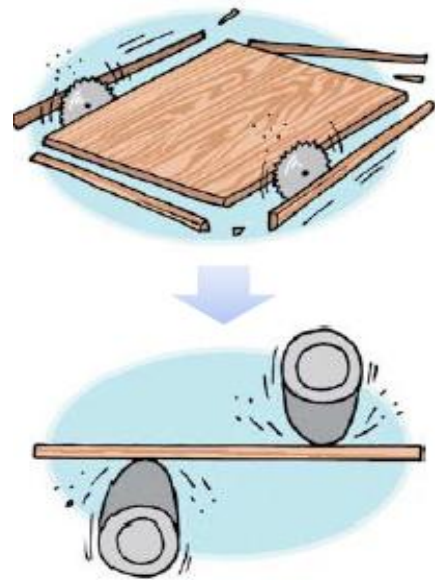
Pengepresan panas (*hot press*)

Gambar 3-11 Proses pengepresan kayu lapis

(7) Pemotongan Ukuran, Pemolesan Akhir, dan Pemeriksaan

Alat seperti *double sizer* digunakan untuk memotong keempat sisi kayu lapis dan menyesuaikan ukuran.

Setelah itu, permukaannya kemudian dipoles dengan menggunakan ampelas (*sander*) atau *planer* supaya permukaannya halus, dan setiap lembar harus lulus pemeriksaan sebelum dikirim.



Gambar 3-12 Proses penyelesaian

3.4 Papan Venir

Kayu gelondongan yang digunakan untuk membuat venir adalah pohon berkualitas tinggi yang memenuhi kriteria tertentu, seperti berdiameter tebal dan memiliki serat serta warna yang baik, dan ini dikumpulkan dari seluruh dunia, bukan hanya dari Jepang.

3.4.1 Manufaktur Papan Venir

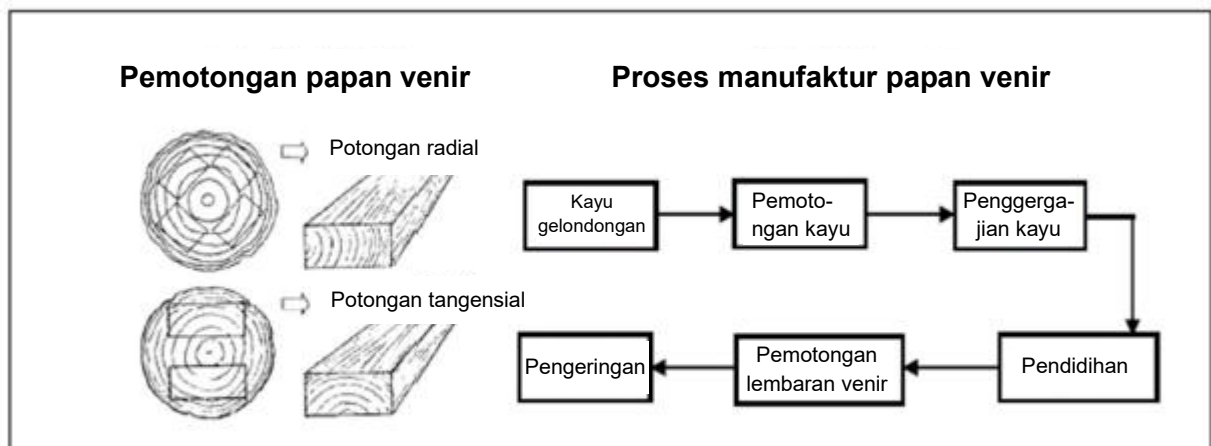
(1) Penggergajian Kayu

Kayu gelondongan untuk papan venir digergaji menjadi balok-balok yang disebut "*flitch*" di pabrik penggergajian kayu. Pada saat ini, kayu dipotong sambil memeriksa kondisi kayu gelondongan, seperti arah serat, mata kayu, serta ada tidaknya cacat, agar diperoleh papan venir dengan serat yang indah.

(2) Pendidihan

Untuk melunakkan *flitch* ke tingkat kekerasan yang sesuai untuk dipotong, *flitch* dididihkan dalam air hangat pada suhu 40~90°C. Suhu dan durasi pendidihan berbeda-beda tergantung pada jenis kayu dan kondisinya.

Selain itu, pendidihan membuat kadar air dalam *flitch* menjadi seragam dan menghilangkan alkali, serta efeknya dapat memperbaiki warna kayu.



Gambar 3-13 Proses produksi papan venir

(3) Pemotongan

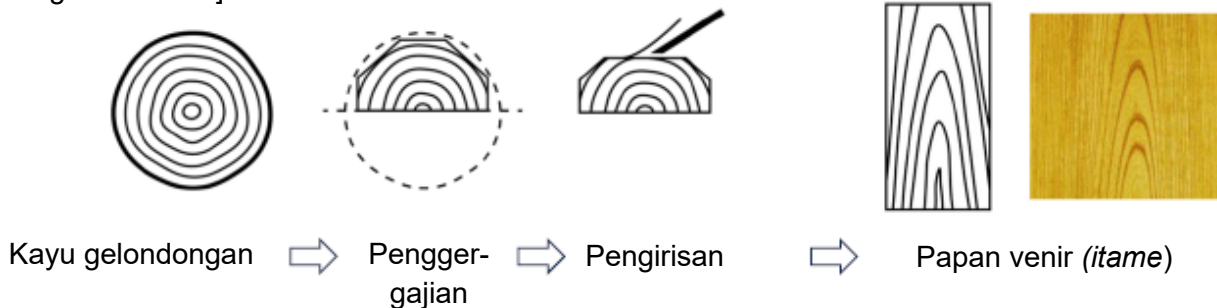
Flitch yang telah dididihkan dipotong menjadi papan venir setebal 0,2 mm hingga 3,0 mm dengan menggunakan mesin pengiris (*veneer slicer*) atau *rotary lathe*. Di Jepang, ketebalan papan venir yang umumnya digunakan adalah 0,2 mm.

Jenis papan venir yang diproduksi antara lain lembaran venir iris dan venir *rotary*, tergantung pada metode pemotongannya. Jenis yang paling umum adalah venir iris yang diproduksi dengan menggunakan mesin pengiris dan memiliki ciri khas yaitu serat kayu berpola apa pun dapat diperoleh tergantung dari cara pemotongannya.

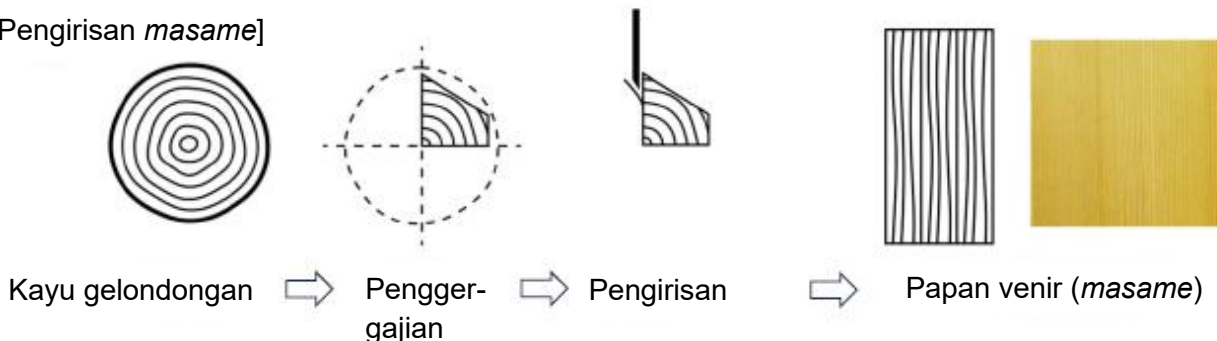
Papan venir "*itame* (potongan tangensial)" dihasilkan jika diiris secara bersinggungan dengan garis lingkaran tahun, dan papan venir "*masame* (potongan radial)" dihasilkan jika diiris secara tegak lurus terhadap garis lingkaran tahun.

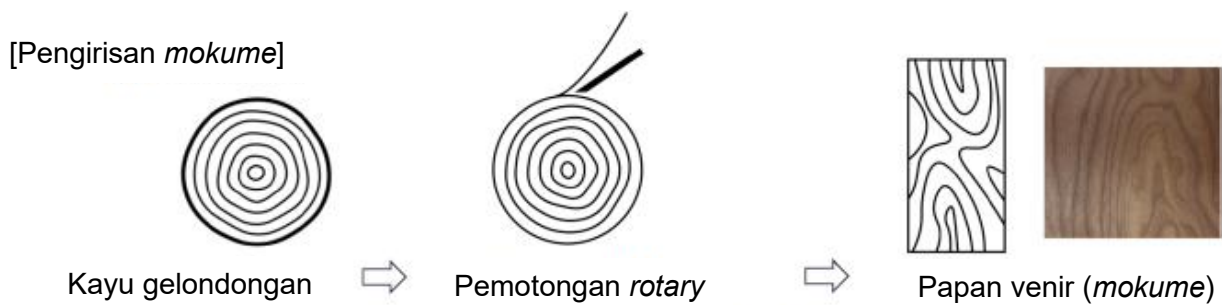
Di sisi lain, venir *rotary* yang diproduksi dengan menggunakan *rotary lathe* memiliki ciri khas yaitu garis lingkaran tahun yang tidak teratur dan kompleks yang menciptakan pola "*mokume (grain)*", dan memungkinkan untuk menghasilkan papan venir yang lebar dan kontinu.

[Pengirisan *itame*]



[Pengirisan *masame*]





Gambar 3-14 Metode pemotongan papan venir dan jenis pola serat kayu

(4) Pengeringan

Papan venir yang diiris tipis dikeringkan untuk mengurangi kadar airnya ke tingkat yang sesuai, karena jamur dan perubahan warna dapat timbul jika kondisinya tetap lembap. Metode pengeringan meliputi pengeringan alami, pengeringan dengan udara panas, pengeringan dengan rol, dan pengeringan dengan frekuensi tinggi. Dari antara ini, pengeringan dengan frekuensi tinggi adalah yang paling banyak digunakan.

3.4.2 Manufaktur Produk Papan Venir

Perekatan papan venir biasanya dilakukan dengan tangan, terutama oleh pekerja terampil. Perekat dioleskan secara merata pada bahan dasar, kemudian papan venir yang telah dipotong sesuai dengan lebar bahan dasar dan jumlah lembar yang akan ditempel disusun secara rapi tanpa celah dan direkatkan.

Salah satu ciri khasnya adalah dapat menciptakan berbagai corak hanya dengan mengubah pola perekatannya, juga terdapat banyak metode perekatan seperti "*slip match* (perekatan lurus)", yaitu papan venir dengan lebar yang sama direkatkan secara berdampingan dengan arah yang sama.



Slip match
(Direkatkan secara berdampingan
dengan arah yang sama)



Book match
(Tiap sela 1 lembar dibalik dan
ditempel secara pola selang-seling)



Yabanehari (bulu anak panah)



Intan



Intan inversi

Gambar 3-15 Jenis-jenis metode perekatan papan venir

3.5 Lantai Kayu

Seperti yang telah dijelaskan dalam subbab 2.6, lantai kayu terdiri dari 2 jenis, yaitu "lantai solid" dan "lantai komposit". Karena proses manufaktur lantai kayu berbeda-beda dari satu produk ke produk lainnya dan dari satu produsen ke produsen lainnya, buku teks ini akan mengutamakan penjelasan mengenai proses manufaktur lantai komposit secara umum.

(1) Pemeriksaan dan Penyesuaian Kayu Lapis

Kayu lapis dengan ketebalan sekitar 9 mm biasanya digunakan sebagai bahan dasar untuk lantai komposit. Pertama-tama, ketebalan dan kondisi perekatan kayu lapis yang baru tiba akan diperiksa, dan apabila perlu, ketebalannya akan disesuaikan dengan menggunakan ampelas (*sander*).

(2) Perekatan MDF dan Lembaran Venir

Lapisan MDF dengan ketebalan 3 mm ditempelkan pada permukaan kayu lapis dengan menggunakan perekat, kemudian papan veneer alami atau lembaran olefin ditempelkan di atasnya, setelah itu ditekan dengan menggunakan mesin pengepresan panas (*hot press*).

Perekat yang paling umum digunakan adalah perekat poliuretan dan resin epoksi.

(3) Pemotongan Sesuai Ukuran

Bahan yang direkatkan pada langkah (2) dipotong dengan menggunakan mesin gergaji bundar atau mesin gergaji pita dengan ukuran 300 mm x 1.800 mm yang merupakan ukuran lantai pada umumnya.

(4) Pemrosesan Permukaan

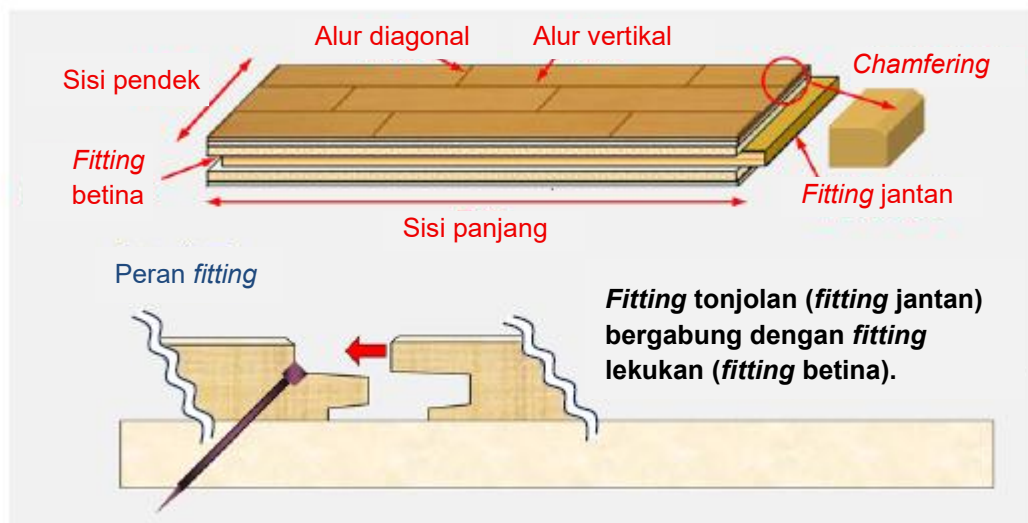
Karena alur permukaan sangat memengaruhi desain lantai kayu, alur arah vertikal pada permukaan perlu diproses untuk mempersiapkan desain. Tergantung pada produknya, ada juga alur yang diproses secara arah horizontal.

Alur diproses dengan menggunakan mesin seperti *router* dan pemotong alur.

(5) Pemrosesan Aktual

Sisi pinggir lantai kayu diproses agar terdapat lekukan ke dalam dan tonjolan ke luar, ini disebut "*sane (fitting)*". Hal ini memungkinkan papan saling terhubung satu sama lain saat memasang lantai untuk mencegah pergeseran dan masalah lainnya.

Fitting dibentuk sedemikian rupa supaya sisi pinggir lantai kayu saling berpasangan, dengan "*fitting jantan*" yang menonjol ke luar (lapisan atas dan bawah kayu dipotong sehingga menyisakan lapisan tengah) dan "*fitting betina*" yang melekok ke dalam (parit yang dibuat agar *fitting jantan* dapat masuk ke dalam).



Gambar 3-16 Pemrosesan aktual lantai kayu (contoh)

Fitting diproses dengan menggunakan *end tenoner* atau *molder*.

(6) Pewarnaan dan Pelapisan

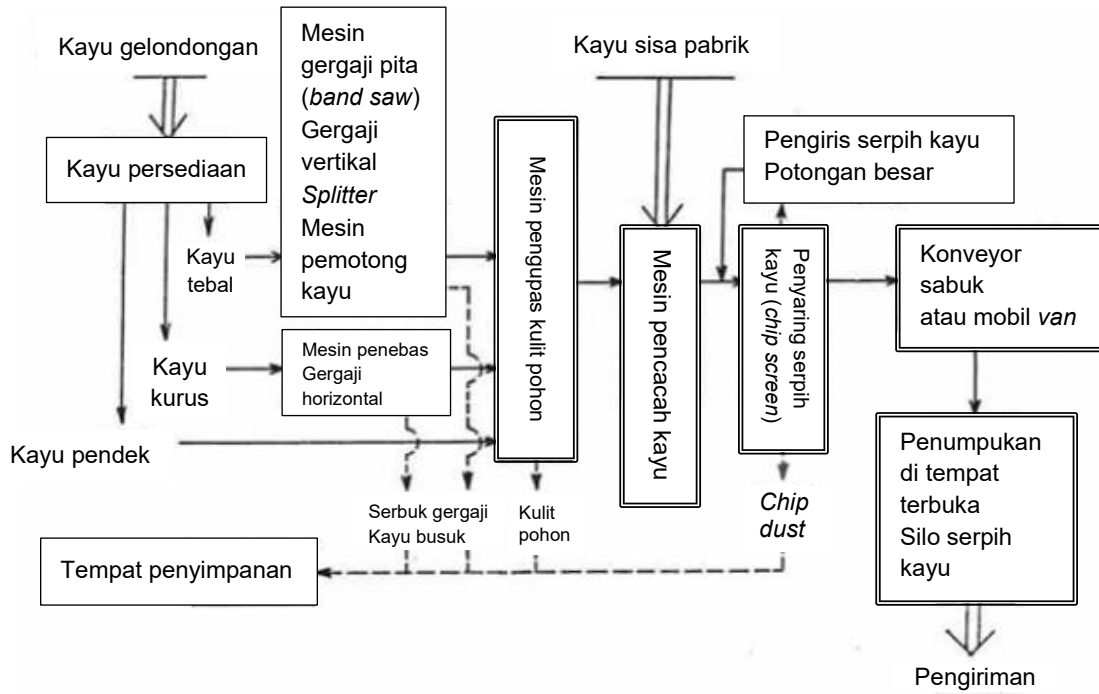
Permukaan lantai solid dan lantai komposit dengan papan venir alami dekoratif umumnya diwarnai atau dilapisi. (Produk lantai komposit dengan permukaan lembaran olefin dekoratif tidak perlu dicat, karena lembaran olefin sudah melalui proses pengecatan).

Pelapisan dilakukan dengan menggunakan mesin seperti *roll coater* yang memutar *roller* untuk mengaplikasikan lapisan ke permukaan material yang diumpankan secara otomatis, dan *flow coater* yang mengumpulkan material ke

dalam lapisan yang mengalir dalam bentuk tirai.

Lapisan umumnya dicampur dengan bahan pengeras ultraviolet, yang mengeringkan *coating* dengan memaparkannya ke sinar ultraviolet.

3.6 Serpih Kayu



Gambar 3-17 Skema alur tipikal untuk proses manufaktur serpihan kayu

Sumber referensi: " Serpih Kayu" (Perusahaan Komunikasi Material Pulp)

(1) Penghilangan Kulit Pohon dan Benda Asing

Ketika memproduksi serpih kayu dari kayu gelondongan, umumnya kulit pohon dihilangkan dengan menggunakan mesin pengupas kulit pohon (*barker*) untuk serpih kayu yang digunakan untuk manufaktur kertas, sedangkan untuk serpih kayu yang digunakan untuk bahan bakar, kulit pohonnya tidak dihilangkan.

Ketika memproduksi serpih kayu dari sisa-sisa pembongkaran bangunan dan kayu buangan, sebelum dilakukan proses manufaktur serpih kayu, penting untuk terlebih dahulu mencari dan menghilangkan benda asing seperti batu, beton, dan

potongan logam yang dapat merusak bilah mesin penghancur atau mesin pencacah kayu (*chipper*).

Logam yang lebih kecil seperti paku dan baut disingkirkan setelah pembuatan serpih kayu dengan menggunakan pemisah magnetik (*magnetic separator*).

(2) Pemotongan dan Penghancuran

Ada 2 cara utama untuk memproduksi serpih kayu.

Serpih kayu yang diperoleh melalui pemotongan dengan menggunakan pisau pencacah kayu (*chipper knife*) disebut "serpih kayu dari pemotongan" dan berbentuk serpihan persegi.

Di sisi lain, serpih kayu yang diperoleh melalui hantaman mekanis dengan menggunakan palu penghancur (*hammer crusher*) disebut "serpih kayu dari penghancuran" dan berbentuk pin yang tipis memanjang. Ini juga disebut *pin chip* atau *crusher chip*.



Gambar 3-18 Serpih kayu dari pemotongan



Gambar 3-19 Serpih kayu dari penghancuran

(3) Penyortiran

Serpih kayu yang telah diproduksi kemudian disortir berdasarkan ukurannya dengan menggunakan penyaring serpih kayu (*chip screen*).

(4) Penyimpanan

Ada dua jenis metode penyimpanan serpih kayu di pabrik, yaitu metode silo dan metode penumpukan di tempat terbuka. Saat menyimpan serpih kayu, perlu

berhati-hati karena aktivitas mikroba dapat menyebabkan serpih kayu menghasilkan panas dan terbakar spontan.

Selain itu, apabila menggunakan metode silo, perlu dipastikan bahwa ventilasi sudah memadai sebelum Anda masuk ke dalam silo yang tertutup, agar Anda tidak kekurangan oksigen atau menghirup jamur dan debu.

3.7 Kayu Pra-potong

Saat ini, banyak pabrik pra-potong (*precut*) yang menggunakan sistem (sistem CAD/CAM) yang secara otomatis mengubah informasi desain rumah menjadi informasi pemrosesan komponen jika diinput ke komputer, dan ini kemudian digunakan sebagai dasar untuk memproses komponen kayu secara mekanis di bawah kendali komputer.

(1) Bahan Baku dan Pemeriksaan Kualitas

Pada kayu pra-potong, perubahan ukuran akibat pemuaian dan penyusutan kayu, serta puntiran dan penyimpangan dapat menyebabkan sambungan (*tsugite/shiguchi*) tidak terpasang dengan baik, sehingga penggunaan kayu kering dan kayu laminasi menjadi semakin meningkat.

Karena pemrosesan dilakukan dengan presisi tinggi, maka inspeksi perlu dilakukan terlebih dahulu terhadap jenis kayu, ukuran, kecacatan seperti retakan, puntiran, dan lengkungan, serta kadar air, dll.

(2) Input Informasi Desain (Input CAD)

CAD (*Computer Aided Design*) adalah dukungan desain yang menggunakan komputer. Dengan menginput informasi desain rumah, dapat membuat data yang diperlukan untuk pemrosesan komponen, seperti ukuran setiap material dan bentuk sambungan (*tsugite/shiguchi*).



Gambar 3-20 Input CAD

Foto: (Asosiasi inkorporasi umum) Asosiasi Kayu
Pra-potong Mesin untuk Rumah Kayu Jepang

(3) Pemrosesan Komponen

Data yang dibuat dengan CAD secara otomatis diubah menjadi data CAM (*Computer Aided Manufacturing*: dukungan manufaktur dengan komputer) dan dilakukan proses pemotongan komponen dengan mesin pemrosesan kayu pra-potong yang terhubung. Mesin pemrosesan dikendalikan oleh komputer, sehingga komponen dapat diproses dengan kesalahan akurasi yang kurang dari 1 mm.



Gambar 3-21 Proses pemotongan kayu pra-potong

Foto: (Asosiasi inkorporasi umum) Asosiasi Kayu
Pra-potong Mesin untuk Rumah Kayu Jepang

(4) Pemeriksaan, Pengemasan, dan Pengiriman

Setelah komponen pra-potong yang sudah diproses diperiksa untuk memastikan bahwa material tersebut telah diproses sesuai dengan data, material tersebut dikemas per bangunan dan dimuat ke dalam truk untuk dikirim sesuai dengan urutan yang akan dirakit di lokasi bangunan.



Gambar 3-22
Pekerjaan pemeriksaan



Gambar 3-23 Pengiriman yang dikemas dalam plastik

Foto: (Asosiasi inkorporasi umum) Asosiasi Kayu
Pra-potong Mesin untuk Rumah Kayu Jepang

Bab 4 Mesin dan Peralatan Utama yang Digunakan dalam Pekerjaan Manufaktur Setiap Produk

4.1 Kayu Gergajian

(1) Barker (*Mesin Pengupas Kulit Pohon*)

Mesin untuk menghilangkan kulit pohon dari kayu gelondongan disebut *barker* (mesin pengupas kulit pohon) dan tersedia dalam beberapa tipe seperti berikut:

- *Ring Barker*

Kayu gelondongan digerakkan oleh rantai dan kulit pohonnya dihilangkan dengan mata pisau di ujung lengan yang terpasang pada sebuah ring yang berputar.

- *Head Barker*

Pisau berputar yang terpasang pada ujung lengan mesin ditekan pada kayu gelondongan yang diputar untuk menghilangkan kulit pohon.

- *Chain Barker*

Rantai yang sedang berjalan atau rantai pemotong ditekan pada kayu gelondongan yang diputar untuk menghilangkan kulit kayu.

(2) Mesin Gergaji Bundar (*Circular Saw Machine*)

Mesin gergaji bundar adalah mesin yang gergaji bundarnya dipasang pada poros gergaji utama (*spindle* gergaji) dan diputar untuk menggergaji kayu. Jenis-jenis utamanya adalah sebagai berikut:

- *Mesin Gergaji Bundar Kembar (Twin Circular Saw Machine)*

Mesin gergaji bundar yang dilengkapi dengan 2 mata gergaji bundar pada 1 atau 2 *spindle*, yang memotong kedua ujung kayu (2 sisi paralel) secara

bersamaan. Jenisnya ada yang mengumpulkan kayu secara otomatis, ada yang dilengkapi dengan motor pengumpan kayu, dan ada yang menahan kayu saat gergaji bergerak.

Ini banyak digunakan untuk menggergaji sudut persegi dari kayu gelondongan yang berdiameter kecil.

- Edger

Mesin gergaji bundar yang digunakan untuk menghilangkan tepi papan berkuping (sisa bulatan terluar dari batang kayu gelondongan) dan menggergajinya menjadi papan dengan lebar yang telah ditentukan. Gergaji bundar dipasang pada 1 atau 2 *spindle* dan kayu diumpankan di meja untuk digergaji secara vertikal.

Terdapat *edger* tunggal dengan 1 gergaji bundar, *edger* ganda dengan 2 gergaji bundar, dan *multiple edger* dengan 3 gergaji bundar atau lebih (disebut juga sebagai *gang edger*).

- Ripper (Rip Saw)

Ini adalah mesin gergaji bundar yang dilengkapi dengan *caterpillar* atau rol untuk pengumpanan otomatis dan untuk penggergajian kayu secara vertikal. Kayu biasanya diproses di bagian bawah *spindle*.

Terdapat *roller* penahan di bagian depan dan belakang *spindle* gergaji untuk mencegah kayu yang sedang diproses memantul selama penggergajian, juga menahan kayu yang sedang diproses pada meja untuk membantu kelancaran pengumpanan.

Terdapat *twin ripper* dengan 2 gergaji bundar dan *multiple ripper* dengan 3 gergaji bundar atau lebih (disebut juga *gang ripper*).

- Cross Cut-off Saw

Ini merupakan mesin gergaji bundar untuk menggergaji kayu secara horizontal, dan *spindle* gergaji digerakkan tegak lurus terhadap sumbu untuk membuat potongan melintang. Digunakan untuk menentukan panjang produk kayu gergajian dan membuat potongan horizontal pada *backboard* (papan belakang untuk furnitur, dll) serta kayu sisa potongan.

- *Trimmer*

Ini adalah mesin gergaji bundar yang terutama menggunakan rantai untuk mengumpukan kayu secara horizontal dan menggergajinya secara horizontal dengan menggunakan beberapa gergaji bundar. Terdapat *trimmer* dengan *spindle* tunggal (*single spindle trimmer*) yang memiliki 2 atau lebih gergaji bundar yang terpasang pada 1 *spindle* utama dan mengumpukan kayu secara horizontal untuk menentukan panjangnya, serta *trimmer* dengan banyak *spindle* (*multiple spindle trimmer*) yang memiliki banyak gergaji bundar yang masing-masing memiliki *spindle* utamanya sendiri, berjejer paralel, dan dioperasikan secara bersamaan untuk pemotongan horizontal.

(3) Mesin Gergaji Pita (*Band Saw Machine*)

Mesin gergaji pita adalah mesin untuk menggergaji kayu dengan cara memasang gergaji pita tak berujung pada dua roda gergaji secara ketat dan menggerakkan salah satu roda gergaji untuk menjalankan gergaji pita.

Ada 2 jenis susunan roda gergaji, yaitu atas bawah (vertikal) yang disebut sebagai tipe vertikal, dan kiri kanan (horizontal) yang disebut sebagai tipe horizontal. Jenis-jenis mesin gergaji pita adalah sebagai berikut:

- Mesin Gergaji Pita dengan Pengumpan Otomatis (*Band Saw Machine with Auto-feed Carriage*)

Ini adalah mesin gergaji pita untuk menggergaji kayu secara vertikal dengan menempatkan kayu pada pengumpan dan menggerakkannya bolak-balik. Terdiri dari bagian utama mesin gergaji pita dan pengumpan kayu otomatis. Ini terutama digunakan untuk pembelahan besar dan sedang.

- Mesin Gergaji Pita Bermeja (*Table Band Resaw*)

Ini adalah mesin gergaji pita yang dilengkapi dengan meja dan penggaris, yang mengumpukan kayu di atas meja dan menggergajinya secara vertikal. Digunakan untuk pembelahan sedang dan kecil untuk produk kayu setengah jadi.

**- Mesin Gergaji Pita dengan *Roller* Pengumpan Otomatis
(*Auto-roller Table Band Resaw*)**

Ini adalah mesin gergaji pita yang dilengkapi dengan perangkat *roller* otomatis, yang mengumpankan kayu di atas meja dengan menggunakan *roller* pengumpan dan menggergajinya secara vertikal. Mesin dengan 2 atau lebih *roller* pengumpan disebut sebagai mesin gergaji pita bermeja dengan pengumpan otomatis komposit.

- Mesin Gergaji Pita Kembar (*Twin Band Saw Machine*)

Ini merupakan mesin gergaji pita yang mampu menggergaji 2 area kayu secara vertikal pada saat yang bersamaan, dengan memasang 2 gergaji pita yang berhadapan secara berseberangan di kiri dan kanan.

(4) Mesin Pengumpul Debu (*Dust Collector*)

Ini adalah mesin yang menggunakan tenaga angin untuk mengumpulkan serbuk gergaji dan debu yang dihasilkan selama proses penggergajian kayu.

Terdapat beberapa tipe, seperti tipe siklon yang menggunakan blower untuk menyedot dan memisahkan/mengumpulkan serbuk gergaji melalui gaya sentrifugal, dan tipe filter kantong (*bag filter*) yang mengumpulkan serbuk gergaji dan sebagainya dengan menggunakan filter.

4.2 Kayu Laminasi

(1) Mesin *Grading* (*Stress Grading Machine*)

Ini adalah mesin untuk mengukur modulus elastisitas dengan menerapkan getaran pukulan atau beban pada kayu.

Di industri pengolahan kayu Jepang, terdapat beberapa tipe mesin *grading* yang digunakan, yaitu "tipe batch" yang menambahkan beban lengkung pada kayu dan menghitung modulus elastisitasnya berdasarkan beban tersebut beserta deformasinya, "tipe kontinu" yang menambahkan beban tetap sambil mengumpankan kayu di jalur pemrosesan di pabrik untuk secara terus menerus mengukur modulus elastisitasnya, serta "metode getaran pukulan" yang memberikan pukulan pada kayu untuk mengukur frekuensi getaran natural vertikal dan menghitung modulus elastisitasnya.

Mesin *grading* tipe kontinu terutama digunakan di pabrik kayu laminasi karena kecepatan pengukurannya yang tinggi. Warna yang berbeda dapat disemprotkan pada sisi lamina tergantung pada peringkat kayu tersebut, dan "penstrukturan" dilakukan berdasarkan pada warna ini.



Gambar 4-1 Mesin *grading* tipe kontinu



Gambar 4-2 Modulus elastisitas yang dihitung dari lamina dicatat pada komputer

Foto: First Wood Co., Ltd.



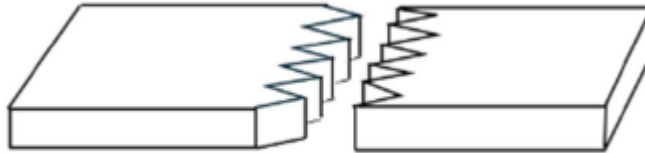
Gambar 4-3 Bagian dalam mesin *grading* tipe kontinu

Foto: Saito Wood Industry Co., Ltd.

(2) Mesin Pemrosesan *Finger*

- *Finger Cutter*

Ini adalah mesin untuk memproses ujung kayu lamina menjadi bentuk jari (*finger*). Lamina panjang dapat dibuat dengan cara mengoleskan perekat ke bagian *finger* dan menyambungkannya secara memanjang.



Gambar 4-4 *Finger joint*



Gambar 4-5 *Finger cutter*

Foto: Situs web Kanefusa Corp.



Gambar 4-6 *Finger joint*

Foto: Situs web Meiken Lamwood Corp.

(3) Mesin Pengepresan (*Press*)

Mesin ini mengoleskan perekat ke lamina yang ditumpuk dan menekannya dengan menggunakan hidrolik atau cara lainnya, dan terdapat jenis mesin pengepresan tipe putar dan tipe vertikal.

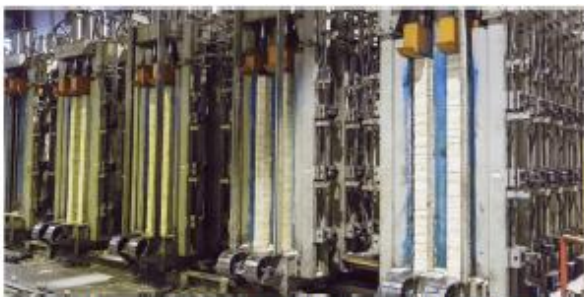
Metode pengepresan serta mesin yang digunakan juga berbeda-beda, tergantung pada jenis perekat yang digunakan dan jenis produk yang akan dibuat (ukuran penampang, berbentuk lurus atau melengkung, dan lain-lain).

Perekat yang digunakan pada kayu laminasi untuk konstruksi adalah jenis yang mengeras dengan panas, tetapi dapat juga direkatkan dalam suhu ruang. Waktu yang diperlukan untuk perekatan (waktu pengepresan) tergantung pada jenis perekat.

Untuk kayu laminasi berpenampang sedang dan kecil, digunakan perekat *polymer-isocyanate* berbasis air, dan untuk pengepresannya digunakan mesin *cold press* pada suhu ruang (proses ini memakan waktu sekitar 30-60 menit).

Perekat resorsinol terutama digunakan untuk kayu laminasi berpenampang besar, dan mesin *cold press* digunakan dalam lingkungan suhu ruang untuk pengepresan. Selain itu, terutama untuk bahan yang melengkung, digunakan metode pengencangan (*clamp*) dengan tangan (tiap durasi dibutuhkan sekitar 12 jam). Perlu diketahui bahwa selama musim dingin, area penyimpanan kayu laminasi selama proses pengepresan harus dijaga agar tetap hangat.

Sebagai informasi tambahan untuk perekat resorsinol, beberapa pabrik menggunakan "pengepresan frekuensi tinggi" yang memberikan tekanan sambil memanaskan dengan gelombang frekuensi tinggi untuk mempersingkat waktu perekatan secara signifikan (memakan waktu kurang dari 30 menit).



Gambar 4-7 Pengepresan dingin tipe vertikal untuk penampang sedang



Gambar 4-8 Pengepresan dingin tipe putar untuk penampang kecil



Gambar 4-9 Mesin pengepresan berukuran besar untuk penampang besar



Gambar 4-10 Pengepresan bahan berpenampang besar yang melengkung dengan tangan

Foto: Situs web Meiken Lamwood Corp.

(4) Mesin Pemotong

Planer dan *molder* digunakan untuk memotong bahan baku seperti lamina dan permukaan kayu laminasi sebelum dikirimkan.

- *Planer*

Ini adalah mesin yang menggunakan ketam yang berputar di sepanjang kayu untuk menghaluskan permukaan papan dan balok. Ada juga mesin yang dapat menghaluskan kayu dari atas, bawah, kiri, dan kanan (4 sisi) secara bersamaan.



Gambar 4-11 *Planer* 4 sisi
Foto: Situs web Meiken Lamwood Corp.

- *Molder*

Sama seperti *planer*, ini juga adalah mesin yang menggunakan ketam yang berputar di sepanjang kayu untuk menghaluskan permukaan papan dan balok.

Selain dapat menghaluskan kayu dari atas, bawah, kiri, dan kanan (4 sisi) secara bersamaan, juga dapat mengatur ketebalan dan lebar serta mengasahnya ke ukuran yang presisi, selain itu juga dapat membentuk dan membuat pola alur.



Gambar 4-12 *Molder*
Foto: Situs web Meiken Lamwood Corp.

4.3 Kayu Lapis, LVL, dan Papan Venir

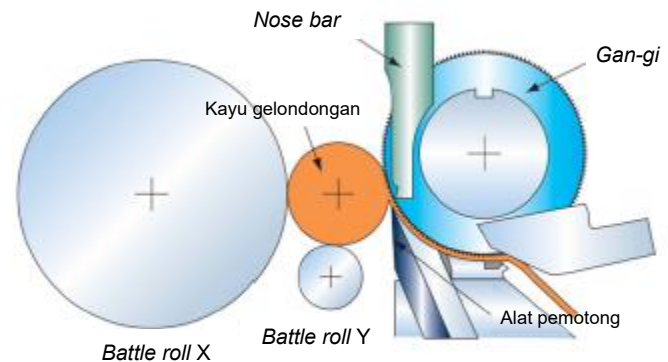
(1) Mesin Pembuat Lembaran Venir

- Rotary Lathe (*Veneer Lathe*)

Ini adalah mesin untuk memproduksi lembaran veneir tipis secara kontinu dengan menempatkan alat pemotong pada kayu gelondongan yang sedang diputar. Pabrik kayu lapis dan LVL di Jepang umumnya menggunakan *rotary lathe* yang dikenal sebagai "sistem tanpa *spindle* (*spindleless*)" yang dikembangkan di Jepang.

Pada sistem tanpa *spindle*, rol ditempatkan untuk menopang kayu gelondongan dari samping dan bawah, dan piringan bergerigi (*gan-gi*) ditekan ke kayu gelondongan, sehingga memungkinkan kayu gelondongan tersebut berputar karena rotasi *gan-gi*.

Karena kayu gelondongan tidak perlu ditahan oleh poros rotasi (*spindle*), lembaran veneir dapat dipotong bahkan ketika inti yang diiris telah menjadi kecil, dan lembaran veneir dapat dibuat dari kayu gelondongan yang ujung atas pohonnya berdiameter 14 cm.



Gambar 4-13 Struktur *rotary lathe* (sistem *spindleless*)

- Mesin Pengiris (*Veneer Slicer*)

Ini adalah mesin yang mirip dengan ketam raksasa, yang digunakan untuk memproduksi papan venir dengan menggerakkan *flitch* atau pisau (*knife*) secara bolak-balik. Terdiri dari meja ketam dengan alat pemotong, alat pengumpan, dan *flitch holder* (alat untuk memegang *flitch*).

Untuk memotong dengan mulus, umumnya alat pemotong ditempatkan secara diagonal terhadap arah pemotongan *flitch*.

Metode di mana arah serat *flitch* sejajar dengan arah pemotongan disebut "pengirisan vertikal (*tatetsuki*)", sedangkan bila arahnya tegak lurus disebut "pengirisan horizontal (*yokotsuki*)". Ketika memproses papan venir yang tebal, sering kali dilakukan dengan metode pengirisan vertikal.



Gambar 4-14 Mesin pengiris

(2) Mesin Pengering Lembaran Venir

- Pengering (*Dryer*)

Ini adalah mesin yang secara terus-menerus mengumpankan lembaran venir di antara 2 rol dan mengeringkannya dengan mengalirkan udara panas dari *boiler*. Udara panas secara kompulsif disirkulasikan sejajar atau tegak lurus terhadap arah pengumpanan lembaran venir.

(3) Mesin Pemoles Lem

- Penyebar Lem (*Glue Spreader*)

Ini adalah mesin dengan *roller* yang berputar untuk mengoleskan perekat dalam jumlah tertentu pada lembaran venir yang diumpankan secara otomatis.

(4) Mesin Penyelesaian

- *Double Sizer*

Ini adalah mesin yang terdiri dari 2 bilah gergaji bundar yang dipasang sejajar satu sama lain dan dapat disesuaikan jaraknya, serta perangkat pengumpan kayu.

Kedua ujung kayu lapis dan bahan lainnya dapat dipotong secara bersamaan dalam 1 kali pengumpanan dan diselesaikan sesuai dengan ukuran yang ditentukan. Alat yang mengumpankan kayu secara manual disebut gergaji ganda (*double saw*).

- *Pengampelas (Sander)*

Ini adalah mesin yang digunakan untuk mengikis dan menghaluskan permukaan kayu lapis dan bahan lainnya dengan menggunakan kertas ampelas (*sandpaper*).

Ada beberapa jenis pengampelas, seperti "pengampelas bersabuk lebar (*wide belt sander*)" yang memutar 2 atau lebih drum yang terpasang kertas ampelas tak berujung dan mengikis di permukaan horizontal sabuk ampelas, dan "drum pengampelas (*drum sander*)" yang mengikis dengan menggunakan kertas ampelas yang dililitkan di permukaan luar drum yang berputar.

4.4 Lantai Kayu

- *End Tenoner*

Ini merupakan mesin yang mampu mengangkat kayu dengan rantai *caterpillar* sambil memotong, membentuk, dan membuat alur pada kedua ujung kiri dan kanan kayu. Berbagai pemrosesan berpresisi tinggi dapat dilakukan melalui alat pemotong yang terpasang pada sejumlah sumbu pemrosesan. Ini juga disebut sebagai "*tenoning machine*".

Tenoning machine khusus untuk memproses sambungan vertikal pada ujung tepi papan lantai dan sebagainya disebut "*end matcher*".

4.5 Serpih Kayu

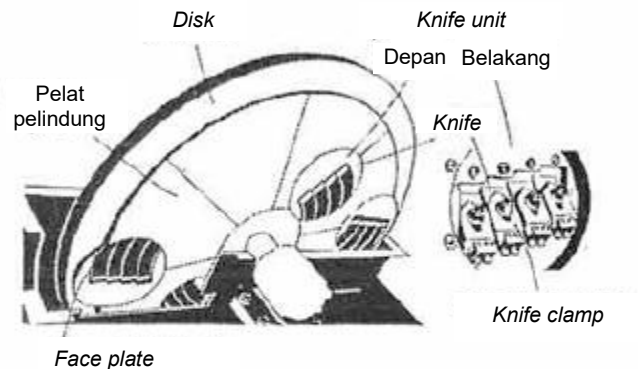
- Mesin Pencacah Kayu (*Chipper*)

Ini merupakan mesin pembuat serpih kayu (*chip*) dengan jenis "*disk chipper*" dan "*drum chipper*" yang tergantung pada metode pemotongannya.

Disk chipper dengan *chipper knife* (mata pisau pemotong) yang dipasang pada cakram yang berputar biasanya digunakan di pabrik serpih kayu. Pada *disk chipper*, saluran masuk kayu gelondongan berada pada sudut miring terhadap *disk*, dan sudut ini menentukan sudut pemotongan.

Bed knife (bilah penerima) terpasang pada sisi bodi utama, dan jaraknya ke *chipper knife* perlu disesuaikan. *Drum chipper* mengumpulkan kayu ke bilah pemotong dan bilah penerima yang terpasang pada rotor besar yang berputar, dan mencacah kayu dengan cara memukul dan memotong secara bersamaan.

Selain itu, *chipper* tipe bergerak dan yang dipasang di kendaraan juga telah diperkenalkan dalam beberapa tahun terakhir, dan semakin banyak pabrik yang menggunakannya.



Gambar 4-15 Struktur *disk chipper* spiral

Sumber referensi: "Serpih Kayu" (Perusahaan Komunikasi Material Pulp)

- Penyaring Serpih Kayu (*Chip Screen*)

Ini adalah mesin yang menyaring dan memisahkan serpih kayu yang dihasilkan oleh mesin pencacah kayu menjadi *tree bar* (serpih kayu yang terlalu besar), *dust* (serpih kayu yang sangat kecil), dan serpih kayu produk (serpih kayu berukuran standar). Berdasarkan cara pengoperasiannya, dibagi menjadi tipe putar, tipe rotasi melingkar, dan tipe getar.



Gambar 4-16 *Chip Screen*

Sumber referensi: "Serpih Kayu" (Perusahaan Komunikasi Material Pulp)

4.6 Kayu Pra-potong

(1) Jalur Pemrosesan Balok Struktur Horizontal dan Pilar

Jalur pemrosesan balok struktur horizontal memproses fondasi lantai dan balok penopang atap atau langit-langit, dll., sedangkan jalur pemrosesan pilar memproses material konstruksi seperti tiang, penyangga vertikal, dll. Pada banyak mesin, perangkat pemrosesan yang ditempatkan pada jalur memproses 6 permukaan (atas, bawah, sisi samping, dan tepi) kayu yang bergerak.

Di ujung setiap sumbu pemrosesan, terpasang alat-alat seperti *chip saw*, pemahat sudut, bor, dan *cutter*, yang memproses berbagai bentuk sambungan (*tsugite/shiguchi*) bahan konstruksi.

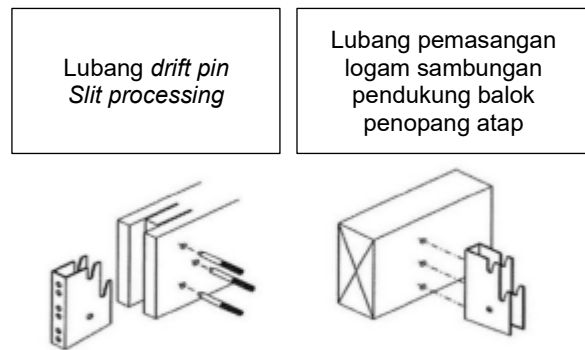


Gambar 4-17 Jalur pemrosesan balok struktur horizontal

(2) Jalur Pemrosesan Khusus untuk Metode Sambungan Logam

Metode sambungan logam adalah metode yang menghubungkan bagian sambungan pilar dan balok penopang atap dari metode konstruksi kerangka kayu dengan menggunakan sambungan logam khusus. Metode ini menjadi semakin populer karena bagian kayu yang terbuang lebih sedikit dan pemasangannya juga lebih mudah.

Tergantung pada jenis logam sambungan yang digunakan, alur (*slit*) dan lubang pemasangan sambungan logam diproses secara berbeda dari sambungan (*tsugite/shiguchi*) normal, tetapi dalam beberapa kasus, perkakas dapat diganti di jalur pemrosesan untuk balok struktur horizontal dan pilar.



Gambar 4-18 Contoh bentuk pemrosesan metode sambungan logam

(3) Mesin Pemrosesan *Hagarazai*

Hagarazai merupakan bagian yang melengkapi komponen konstruksi seperti tiang rangka, *rafter* (kuda-kuda), dan balok penyangga, serta bahan fondasi. Banyak mesin yang mampu melakukan pemrosesan dalam jumlah besar untuk komponen yang sama, karena banyak komponen yang memiliki penampang yang kecil dan bentuk yang diproses juga relatif sederhana.

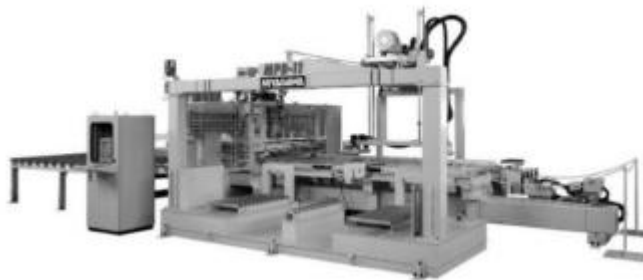
Ada juga mesin pemrosesan yang secara otomatis memilih perkakas sesuai dengan konten pemrosesan dengan terlebih dahulu mengatur gergaji bulat, pemberat bor, dan pemotong balok penyangga diagonal pada bagian dudukan perkakas.



Gambar 4-19 Jalur pemrosesan *hagarazai*

(4) Mesin Pemrosesan Kayu Lapis

Kayu lapis yang digunakan untuk atap, lantai, dinding, dan lain-lain diproses sesuai bentuknya. Mesin ini memiliki *spindle* gergaji dan *spindle router* untuk memotong dan juga membuat bentukan.



Gambar 4-20 Mesin pemrosesan kayu lapis