



ITTO-ISWA Project PD 286/04 Rev.1 (I)

"Strengthening the Capacity to Promote Efficient Wood Processing Technology in Indonesia"



STANDAR PROSEDUR OPERASI PENGOLAHAN KAYU YANG EFISIEN

(Standard Operating Procedures for
the Efficient Wood Processing)

Executed by:

The Indonesian Sawmill and Woodworking Association (ISWA)

in collaboration with

The Ministry of Forestry of Indonesia (MOFI)

with the assistance of

The International Tropical Timber Organization (ITTO)

Jakarta, September 2009

Project PD 286 / 04 Rev. 1 (I):
"Strengthening the Capacity to Promote Efficient Wood Processing Technologies in Indonesia"

STANDAR PROSEDUR OPERASI PENGOLAHAN KAYU YANG EFISIEN
(Standard Operating Procedures for the Efficient Wood Processing)

Executed by:
The Indonesian Sawmill and Woodworking Association (ISWA)

in collaboration with
The Ministry of Forestry of Indonesia (MOFI)

with the assistance of
The International Tropical Timber Organization (ITTO)

Jakarta, September 2009

KATA PENGANTAR

Technical Report No. 2 ini adalah salah satu dari seri laporan teknis menyangkut proyek PD. 286/04 Rev. 1 (I) "Strengthening the Capacity to Promote Efficient Wood Processing Technologies in Indonesia" yang telah selesai dilaksanakan oleh ISWA bekerjasama dengan Departemen Kehutanan atas bantuan finansial ITTO.

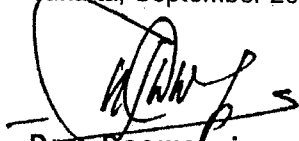
Laporan teknis ini merupakan pelengkap dari Technical Report No. 1 dan memuat standar prosedur operasi (Standard Operating Procedures, SOP) pengolahan kayu yang efisien. SOP menyajikan informasi teknis detail tentang berbagai kegiatan pengolahan yang diusulkan didalam Technical Report No. 1 berdasar pengamatan operasi pengolahan kayu oleh 50 perusahaan yang tersebar di 5 provinsi.

Sumber informasi teknis yang disajikan dalam laporan ini adalah pengamatan lapangan, diskusi-diskusi lapangan antara Tim Ahli Pelatihan dengan para praktisi lapangan di 50 perusahaan peserta in-house training dan pustaka yang relevan.

Terimakasih yang sebesar-besarnya disampaikan kepada Tim Ahli Pelatihan teknis pengolahan kayu yang dipimpin oleh Mr. Sae Yung Kim yang telah melaksanakan in-house training tentang teknis pengolahan kayu dan menyusun laporan ini; kepada seluruh Pimpinan Perusahaan beserta jajarannya yang telah berpartisipasi aktif dalam pelaksanaan in-house training dan kepada Personil Proyek yang telah bekerja keras dalam mendisain dan menerbitkan laporan ini.

Semoga laporan teknis ini berguna bagi para pengolah yang berminat untuk meningkatkan kemampuan teknis pengolahan kayu dalam rangka upaya mewujudkan operasi pengolahan kayu yang efisien dan industri kayu nasional yang kompetitif dipasar global.

Jakarta, September 2009



Dra. Soewarni
Ketua Umum ISWA

DAFTAR ISI

STANDAR PROSEDUR OPERASI PENGOLAHAN KAYU YANG EFISIEN

(Standard Operating Procedures for the Efficient Wood Processing)

KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iii
1. KEGUNAAN DOKUMEN	
1.1 Dokumen ini adalah pelengkap Technical Report No. 1	1
1.2 Petunjuk penggunaan	1
2. STANDAR PROSEDUR OPERASI	
2.1 Perlakuan bahan baku di logyard	2
2.2 Penggergajian kayu (<i>sawmill</i>)	2
2.3 Penyesuaian (<i>conditioning</i>) & Pengeringan udara (<i>air dry</i>)	4
2.4 Pengeringan kayu (<i>kiln dry</i>)	4
2.5 Boiler	12
2.6 Saw-doctoring: gergaji pita (<i>band saw</i>)	15
2.7 Pisau-pisau (<i>knives</i>)	27
2.8 Finger joint	31
2.9 Pelapisan (<i>laminating</i>)	37
2.10 Pintu (<i>door</i>)	41
2.11 Molding	42
2.12 Pengecatan (<i>Painting/Coating</i>)	
ANNEX. BEBERAPA PERALATAN YANG DIPERLUKAN	
DAFTAR PUSTAKA	

oooOOooo

1. KEGUNAAN DOKUMEN

1.1 Dokumen ini adalah pelengkap Technical Report No. 1

- *Technical Report* No. 1 menyajikan hasil-hasil observasi lapangan berupa berbagai kelemahan teknis pelaksanaan operasi pengolahan kayu yang sekaligus merupakan sumber in-efisiensi. Ditampilkan pula langkah-langkah teknis operasional yang perlu diambil oleh pengolah untuk mengatasi atau mengurangi berbagai kelemahan yang diamati,
- Namun langkah-langkah teknis operasional yang diusulkan disajikan secara singkat sehingga mungkin tidak dapat dimengerti oleh mereka yang membutuhkan atau berminat untuk menerapkan langkah-langkah dimaksud. Untuk itu dianggap perlu untuk menyajikan informasi detail untuk berbagai langkah operasional yang diusulkan berupa standar prosedur operasi atau standard operating procedures (SOP),
- Harus diakui bahwa operasi pengolahan kayu mencakup kegiatan teknis yang sangat luas mulai dari pengurusan kayu di logyard sampai pengepakan produk untuk dipasarkan, dari *saw-doctoring* sampai *kiln-drying*. Tidak seluruh mata rantai kegiatan pengolahan kayu disajikan di dalam dokumen SOP ini namun diyakini bahwa aspek dan elemen utama sudah diupayakan tersaji secara memadai.

1.2 Petunjuk penggunaan

Di dalam *Technical Report* No. 1 disajikan berbagai langkah teknis operasional yang perlu diambil oleh para pengolah untuk mengatasi atau memperbaiki kelemahan teknis yang dihadapi. Apabila langkah yang disajikan tidak jelas, untuk penerapannya dapat merujuk pada SOP ini dimana langkah teknis disajikan secara rinci. Apabila penjelesan SOP ini masih belum dapat dimengerti oleh pengolah yang membutuhkan maka perlu mencari informasi dari sumber-sumber lain yang relevan.

Contoh:

Pada *Technical Report* No. 1 disebutkan adanya kelemahan teknis dalam *breakdown sawing* akibat penstelan roga gila yang tidak benar. Dianjurkan untuk menstel posisi roda gila secara benar sebelum memulai operasi pembelahan kayu bulat. Bagaimana mengatur posisi roda gila secara benar tidak disajikan. Teknis pengaturan posisi roda gila secara benar, disajikan di dalam SOP ini. Setiap kali para pengolah menemukan saran teknis di dalam *Technical Report* No. 1 tetapi tidak memahaminya, mereka dipersilahkan untuk mencari informasi detail yang relevan pada halaman tertentu dari SOP ini.

oooOOooo

2. STANDAR PROSEDUR OPERASI

2.1 Perlakuan bahan baku di *logyard*

Log yang diletakan di *logyard* harus mendapat perlakuan yang tepat seperti dibawah ini:

- Log harus dilindungi dari hujan dan panas matahari dengan menggunakan bahan pelindung diatas tumpukan seperti terpal, plastik dan lain-lain,
- Log tidak boleh ditumpuk langsung diatas tanah, harus diatas bantalan kayu atau beton,
- Pecah ujung harus dicegah agar tidak meluas dengan menggunakan paku-S (*S-Hook*) plastik atau cat,
- Log harus dibersihkan dengan air sebelum diangkut dengan *log carriage*,
- Log harus dilindungi dari serangan hama atau penyakit dengan menggunakan fumigasi yang tepat.

2.2 Penggergajian kayu (*sawmill*)

Hal yang perlu diperhatikan pada penggergajian kayu, antara lain: pengangkat kayu bulat (*log crane*), kereta pembawa kayu bulat (*log carriage*), mesin-mesin penggergajian (*band saw / pony / table saw machinerics*), meja penggergajian (*sawing table*), mata gergaji (*saw blade*) dan pendingin gergaji (*coolant*).

a. Pengangkat kayu bulat (*log crane*)

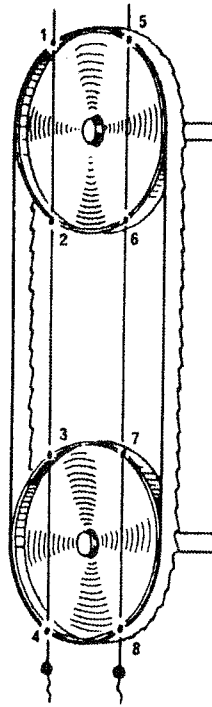
- ✓ Pastikan bahwa *sling* (tali baja) pengangkat dalam kondisi tidak rusak; kondisi *sling* harus diperiksa secara rutin,
- ✓ Ketika musim hujan, lebih baik menggunakan penjepit (*clammer*) daripada *sling* karena kayu dalam keadaan licin.

b. Kereta pembawa kayu bulat (*log carriage*)

- ✓ Pastikan kondisi *log carriage* laik untuk dioperasikan,
- ✓ Periksa kondisi rel agar bersih, lurus dan setimbang; *sling (wire)*, *paper break*, *sweeper* pada roda, kedudukan garpu (*fork*) dan *bed setting* hingga siku dan mesin penggerak,
- ✓ Lengkapi dengan kaca pengamatan atau sinar laser untuk membantu mengenali strategi menggergaji yang efisien.

c. Mesin-mesin gergaji (*band saw / pony / table saw machinerics*)

- ✓ Pastikan mesin laik untuk dioperasikan (kondisi mesin penggerak dan jaringan listrik),
- ✓ Kondisi roda gila *band wheel* harus bersih dan halus serta lengkapi dengan *scraper*,
- ✓ Periksa kondisi (panas dan gemuk) bearing wheel atas dan bawah, gunakan gemuk untuk rotasi tinggi (*high temperature grease*). Panas bearing standar adalah 60 °C,
- ✓ Pastikan bahwa *band wheel* atas dan bawah sudah distel pada posisi yang benar,
- ✓ Jarak dasar *gullet* dan tepi *band wheel* disarankan 33 mm,
- ✓ Pastikan kedudukan meja dan gergaji sudah siku, meja dan stopper siku.



Gambar 1. Pemasangan dan penyetelan *band wheel* dan *band saw*

Pada Gambar 1 merupakan contoh cara men-*setting band wheel* (roda band saw) atas dan bawah menggunakan benang bandul agar sejajar. Benang harus menyentuh tepi roda (*wheel*) pada titik-titik 1 - 2 - 3 - 4 dan 5 - 6 - 7 - 8 dengan mengatur kedudukan roda (*wheel*).

d. Meja penggergajian (*sawing table*)

- ✓ Periksa kondisi carriage roller dan stopper (mal)
- ✓ Untuk mal gunakan meteran dan lekatkan di arah tebal meja (bagian tegak lurus meja)

e. Pita gergaji (*saw blade*)

- ✓ Pemilihan tipe / jenis band saw disesuaikan dengan jenis kayu yang akan digergaji
- ✓ Koordinasikan dengan bagian saw doctoring

f. Pendingin gergaji (*coolant*)

- Pendingin gergaji : 1. Kayu lunak menggunakan air + solar + detergent
 2. Kayu keras menggunakan air + detergent
 3. Kayu lunak atau keras menggunakan *cooling oil*

Sistim pendingin : sistim infus, peralatan jerry can, selang plastik.

g. Lain-lain

✓ Kecepatan band saw wheel = $\frac{\pi \times d \times \text{rpm}}{1.000 \text{ mm}}$

π = 22/7 atau 3.14 (konstanta)
 d = diameter wheel
 rpm = kecepatan wheel pada mesin

- ✓ Kecepatan yang disarankan 1.800 s.d. 2.200 rpm,
- ✓ Batas bahaya getaran bearing band saw 11,2 m/detik, standar 4.5 m/detik,
- ✓ Hindari kayu yang akan digergaji berpasir karena akan mempercepat tumpulnya pita gergaji

2.3 Penyesuaian (*conditioning*) & Pengeringan udara (*air drying*)

Di luar ruangan (*out door*), di dalam ruangan (*in door*) dan di dalam ruang *kiln dry*. Beberapa hal yang perlu diperhatikan adalah:

1) Arah angin dan susunan kayu

- Arah angin secara langsung mempengaruhi proses pengeringan kayu terutama pada sirkulasi udara,
- Perhitungkan arah angin (angin darat, laut atau barat-timur dan sebagainya), kecuali di dalam *kiln dry, chamber*,
- Tempatkan arah panjang kayu tegak lurus arah angin,

2) Ganjal (*stick*)

- Gunakan ganjal dari jenis kayu keras, MC lebih kecil dari kayu yang akan dikeringkan, tidak bengkok/melengkung, tidak busuk, tidak terserang penyakit/cacat kayu, tidak berkulit dan bebas dari serbuk gergaji, kotoran atau debu lainnya,
- Ukuran dan jarak ganjal disesuaikan dengan tebal kayu yang akan dikeringkan:

Tebal kayu yang dikeringkan		Tebal Ganjal (mm)	Jarak Ganjal (cm)
mm	inch		
25	1.0	16	40 – 80
38	1.5	20	60 – 80
50	2.0	25	60 – 100
63	2.5	32	80 – 100
75	3.0	38	80 - 120

- Penyusunan ganjal pada kayu mulai dari ujung atau tepi kayu dari bawah dan dilanjutkan lurus ke atas,
- Setiap kayu yang disusun diberi ganjal (*fixed* dan *random stacking*),
- Beri warna tertentu untuk ukuran (tebal) ganjal yang sama,
- Susun ganjal sesuai dengan warnanya masing-masing.

3) Kayu yang akan disusun

- Kayu yang akan disusun tidak berkulit, bebas dari serbuk gergaji, kotoran atau debu lainnya,
- Disarankan kayu yang akan disusun dari jenis dan ketebalan yang sama,
- Jarak antar lembaran kayu disarankan 2 cm.

4) Naungan (tutupan) dan pemberat pada bagian atas susunan kayu

- Di *out door* (udara terbuka), bagian atas susunan kayu diberi naungan (tutupan) untuk menghindari kayu kontak langsung dengan panas dan hujan,
- Di ruang *kiln dry*, bagian atas susunan kayu diberi pemberat atau pegas (*per*) agar kayu tidak mudah bengkok atau melengkung.

2.4 Pengeringan kayu (*kiln-drying*)

1) Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah:

- a. Sebelum pengoperasian *kiln dry*, pastikan peralatan utama dan pendukung seperti *boiler* dan instalasi, pintu utama, *door carriage, door handle, inspection door*, ruang pengering (*chamber*), *sub-ceiling, damper, spray/steam, heating coil, fan/trip, dynamo*

fan, MC sensor, MC meter dan *switch board electric panel* dalam kondisi baik dan laik untuk dioperasikan,

- b. Jenis kayu, tebal kayu, variasi tebal kayu, kelompok kayu, volume kayu dicatat; atur secara cermat letak susunan kayu, posisi ganjal, tebal, variasi dan posisi sticker serta pemberat,
- c. Faktor lain yang perlu dicatat: suhu, suhu kering dan basah, EMC (*Equilibrium Moisture Content*), kecepatan udara (*air velocity*), MC awal dan akhir, EMC *conditioning*, lama *conditioning*, lama pengeringan, lama *steaming*, kualitas produk dan kecepatan kipas (*fan speed*),
- d. Selama proses pengeringan pastikan *nozzle spray* tetap dapat menghasilkan semburan air yang berkabut,
- e. Perhitungkan dan perhatikan hal yang mempengaruhi penyebaran angin/udara panas di ruang (*chamber*) seperti kemampuan kipas, susunan kayu dan kebersihan kisi-kisi (*heating coil*),
- f. Apabila MC kayu telah mencapai 25 % - 30 % atau pada kondisi titik jenuh serat, harus dilakukan *spray* ulang secara manual selama +/- 10 jam, setelah itu lanjutkan proses pengeringan (*drying*) kembali,
- g. Menjelang akhir pengeringan MC 15 – 20 %, lakukan kembali seperti proses pada butir f,
- h. Dicatat kerusakan dan kondisi kayu sebelum dan sesudah proses pengeringan,
- i. Untuk memudahkan evaluasi, catat semua data pada contoh-contoh lembar skedul pengeringan (*drying schedule*), grafik *schedule* pengeringan (*graph of drying schedule*) dan data kerusakan kayu sebelum dan sesudah proses pengeringan.

2) Konstruksi kamar pengering (*chamber construction*)

- a. Rubber seal pada pintu dan handle pintu perlu diperiksa, hindari kebocoran akibat rusaknya seal, pintu, handle, karena hal ini akan mempengaruhi volume udara panas yang terbuang,
- b. Keempat sudut kamar dibuat lengkung dengan tujuan agar aliran udara lebih lancar,
- c. Kehalusan dinding mempengaruhi aliran udara, sehingga dinding perlu dilapisi dengan bahan yang licin (*seng*, *aluminium* dll),
- d. Kehalusan lantai juga mempengaruhi aliran udara, sehingga kehalusan lantai harus tetap dijaga,
- e. Lengkapi kanan kiri *sub-ceiling* dengan *stopper* yang lentur (*flexible*), Pengaturan jarak pada *sub-ceiling* (*kiln clearance arrangement*):

✓ Jarak <i>ceiling</i> dan <i>sub-ceiling</i> (<i>ceiling clearance</i>)	100 cm
✓ Jarak dinding depan belakang (<i>rear and front</i>)	50 cm
✓ Jarak <i>sub-ceiling</i> dan susunan kayu (<i>bottom clearance</i>)	25 cm
✓ Jarak sisi kanan kiri (<i>side clearance</i>)	50 cm
- f. Damper (pembuang udara) diatur buka tutup,
- g. Konstruksi bagian atap jangan tergenang air karena akan mengurangi energi panas di bawahnya (*chamber*).

3) Kipas (*fan*)

Sistim kipas (*fan system*):

- a. Kelemahan aliran udara satu arah (*one way system*) adalah pengeringan tumpukan kayu tidak rata,
- b. Disarankan menggunakan aliran udara dua arah, *internal fan (IF) type*,
- c. Arah aliran udara (kearah depan dan kebalikannya) berubah setiap dua atau empat jam,
- d. Arah putar kipas dibalik setiap 2 menit.

Motor (dinamo) untuk kipas (fan):

- Gunakan gemuk (*high temperature grease*) suhu tinggi (230 – 260 °C),
- Gunakan coil yang "H" class,
- Gunakan enamel yang "H" grade,
- Pengaman listrik (*safety electric system*) harus terpasang,
- Kebersihan/kesetimbangan (*clearance/balance*) dari *bearing dynamo fan* harus terpelihara,
- Putaran dynamo disarankan 3.450 rpm.

Hal yang menyebabkan seringnya motor kipas (dynamo fan) rusak:

- Kelebihan beban (*over load*)
- Kelebihan beban waktu balik arah (*over load switch*)
- Kualitas gulung dynamo yang buruk (*rewinding*)
- Sering tidak digunakan (*grounded*)

Gulung dynamo (rewinding):

Cap. (Kw)	Volt.	Amp.	Phase	Pole.	RPM	Slot	Coil		Connect
							Size	Turn	
0,75	380	1,9	3	4	1410	36 / 8	0,65 x 1	36, 3, 12	
1,50	380	3,4	3	4	1400	36 / 8	0,80 x 1	28, 3, 12	
2,20	380	5,6	3	4	1400	36 / 8	0,90 x 1	22, 3, 12	
3,70	380	8,0	3	4	1420	36 / 8	0,85 x 2	16, 3, 12	
5,50	380	11,4	3	4	1450	48 / 9	0,85 x 2	19, 3, 12	
7,50	380	15,4	3	4	1460	36 / 8	0,85 x 1	33, 3, 12	2
11,00	380	22,0	3	4	1420	48 / 9	0,90 x 1	12, 4, 12	
							0,95 x 2		
15,00	380	29,0	3	4	1460	60 / 12	0,95 x 3	9, 5, 12	

4) Media pemanas (heating system)

- Media pemanas dengan steam (*steam heating media*),
- Media pemanas dengan minyak (*thermal oil heating media*),
- Media pemanas dengan air panas (*hot water heating media*).

5) Spray system

- Jangan pakai air dingin tetapi sebaiknya air panas atau uap,
- Sebelum masuk KD, spray terlebih dahulu dengan air panas ± 5 jam atau kayu dalam keadaan kering udara (30 °C).

6) Sensor (censor)

- Sensor diganti setelah pemakaian 2 tahun,
- Jenis kayu dan hubungannya dengan suhu dan kelembaban:

No.	Kayu	Suhu	Kelembaban
1	Species yang mudah split	Low	High
2	Species yang mudah melintir	Low	
3	Species yang mudah collapse	Low	Low
4	Species yang mudah berubah warna	Low	Low
5	Tipis	High	Low
6	Tebal	Low	High
7	Kayu lunak	High	Low
8	Kayu keras	Low	High

7) MC meter

- a. Periksa apakah probe asli/tidak, probe asli terbuat dari logam alloy,
- b. Jarak antar paku/jarum (*probe*) 3 cm,
- c. Jarak titik uji (*probe*) dan ujung kayu 6 cm,
- d. Posisi tusuk (arah tegak lurus serat kayu kecuali lebar kayu kurang dari 3 cm, dengan kedalaman probe 1/3 tebal kayu, kemiringan 30°).
- e. Waktu tusuk 3 – 5 detik,
- f. MC meter harus dikalibrasi setiap 6 bulan.

8) Ganjal kayu (stick) dan pengaturannya

- a. Ukuran stick relatif sama (contoh 2,5 – 3,0 cm), jenis kayu keras dan MC lebih rendah dari MC kayu
- b. Stick disusun lurus dari bawah ke atas dimulai dari ujung kayu dengan jarak antar stick tergantung panjang kayu yang akan disusun
- c. Seluruh susunan kayu (walaupun panjang tidak sama) tetap diberi stick untuk menghindari bengkok, patah
- d. Dalam penyusunan kayu jangan gunakan stick kayu yang bengkok, gunakan ketebalan kayu, jenis species dan asal kayu yang relatif sama
- e. Jarak sub-ceiling dan stacking bagian atas 50 cm, stacking dan dinding kanan kiri 50 cm, *stacking* dan dinding depan belakang 50 cm
- f. Jika kayu yang akan disusun berukuran sama panjang, susun dengan pola zig-zag
- g. Jika kayu yang akan disusun berukuran tidak sama panjang, maka *fixed size* diletakkan di bagian tengah dan *random size* disisi kiri kanan arah dinding. Ruang antara susunan kayu perlu ditutup
- h. Jarak horisontal antar susunan kayu 2 cm
- i. Gunakan pemberat atau pegas/per diatas tumpukan kayu paling atas untuk mengurangi kayu pecah, melengkung

9) Conditioning

- a. Jika conditioning di udara terbuka, pastikan sirkulasi udara baik dan merata (perhatikan susunan stick dan jarak antar kayu pada susunan kayu) dan cukup naungan,
- b. Lama conditioning tergantung jenis dan ketebalan kayu,
- c. Lama conditioning tergantung juga pada kelembaban kayu (biasanya kelembaban kayu di KD 10 % - 14 % sedangkan kelembaban yang diinginkan biasanya 15 % - 20 %).

10) Kecepatan aliran udara panas (*air flow speed/wind velocity*)

Kecepatan aliran udara panas (*air flow speed/wind velocity*) sebaiknya 3 m/detik dan untuk mengukur gunakan **anemometer**.

11) Contoh tata kerja atau tugas operator *kiln dry*

- a. Setelah bongkar/sebelum pengisian kayu, periksa:
 - ✓ Baut-baut (termasuk baut kipas dan baut pondasi ke beton), fungsi-fungsi spray kit, fungsi kabel monitor, *ceiling* atau plafond, kerapatan pintu dan *boiler*.
- b. Setelah isi dan operasional
 - Setiap hari 4 (empat) kali diperiksa (pagi, siang, sore dan malam):
 - ✓ Pompa utama (air panas), pompa spray, katup (*valve*) air panas (otomatis), air di dalam tangki, pompa air di tangki, damper (otomatis), boiler dan fungsi-fungsi listrik (periksa box panel).

CONTOH

**DRYING SCHEDULE
(Skedul Pengeringan)**

Jenis Kayu / *Wood Species* :

Tebal / *Thickness* (mm) :

No.	MC Kayu (%)	Heating Up			Drying Process			Conditioning			Remarks
		TDB (°C)	TWB (°C)	EMC (%)	TDB (°C)	TWB (°C)	EMC (%)	TDB (°C)	TWB (°C)	EMC (%)	
1	60 up										
2	60 – 55										
3	55 – 50										
4	50 – 45										
5	45 – 40										
6	40 – 35										
7	35 – 30										
8	30 – 25										
9	25 – 20										
10	20 – 15										
11	15 – 10										
12	10 – 8										
	Final										

Note :

TDB = *Temperature Drying Bulb* (suhu bola kering)

EMC = *Equilibrium Moisture Content* (kadar air kesetimbangan)

TWB = *Temperature Wet Bulb* (suhu bola basah)

CONTOH

**DRYING SCHEDULE
(Skedul Pengeringan)**

Jenis Kayu / Wood Species :
Tebal / Thickness (mm) :

No.	MC Kayu (%)	Heating Up			Drying Process			Conditioning			Remarks
		TDB (°C)	TWB (°C)	EMC (%)	TDB (°C)	TWB (°C)	EMC (%)	TDB (°C)	TWB (°C)	EMC (%)	
1	50 up										
2	40 – 50										
3	30 – 40										
4	25 – 30										
5	20 – 25										
6	15 – 20										
7	15 – Final										

Note :

RH = Relative Humidity (kelembaban relatif)

CONTOH

**DRYING SCHEDULE
(Skedul Pengeringan)**

Jenis kayu :
Tebal :
MC kayu awal :

Proses		MC Kayu (%)	Kelembaban (%)	Suhu (°C)	Keterangan
Tahap ke	Hari ke				
Pertama	1 - 4				
	5 - 8				
	9 - 10				
	11 - 14				
Kedua	15 - 18				
	19 - 20				
	21 - 22				
	23 - 24				
	25 - 28				
	29 - 30				
Ketiga	31 - 33				
Keluar					

CONTOH

**DRYING SCHEDULE
(Skedul Pengeringan)**

Jenis kayu :

Tebal :

No.	MC (Kadar Air) (%)	Dry (°C)	Wet (°C)	Deviasi (°C)	Keterangan
1	45 up				
2	40 - 45				
3	35 - 40				
4	30 - 35				
5	25 - 30				
6	20 - 25				
7	15 - 20				
8	10 - 15				
9	8 - 10				
	8				
10	Lama proses				
11					

CONTOH

AIR VELOCITY IN KILN DRY CHAMBER

FORWARD WIND

No.	Air Velocity (m/s)		
	Wall Side	Left	Top
1			
4			Middle
7			Bottom
2		Centre	Top
5			Middle
8			Bottom
3		Right	Top
6			Middle
9			Bottom
1	Door Side	Left	Top
4			Middle
7			Bottom
2		Centre	Top
5			Middle
8			Bottom
3		Right	Top
6			Middle
9			Bottom

REVERSE WIND

No.	Air Velocity (m/s)		
	Wall Side	Left	Top
1			
4			Middle
7			Bottom
2		Centre	Top
5			Middle
8			Bottom
3		Right	Top
6			Middle
9			Bottom
1	Door Side	Left	Top
4			Middle
7			Bottom
2		Centre	Top
5			Middle
8			Bottom
3		Right	Top
6			Middle
9			Bottom

**WOOD DEFECT PER CHAMBER
SEBELUM / SESUDAH PROSES PENGERINGAN**

Proses Pengeringan :

Tanggal :

No	Chamber	Species	Volume m3	Baik %	% Defect								Keterangan	
					Bow	Twist	Spring	Cuping	Pecah	Basah	H. comb	Jumlah		

**WOOD DEFECT PER SPECIES AND GRADE
SEBELUM / SESUDAH PROSES PENGERINGAN**

Proses Pengeringan :

Tanggal :

No	Species	Grade	Volume m3	Baik %	% Defect								Keterangan	
					Bow	Twist	Spring	Cuping	Pecah	Basah	H. comb	Jumlah		

2.5 Boiler

1) Kondisi boiler yang perlu diperhatikan adalah:

- a. Tekanan (*pressure*),
- b. Suhu (*temperature*),
- c. Media pemanas : air (*water*), minyak oli (*oil*), uap (*steam*) dan solar matahari,
- d. Kapasitas boiler (*boiler capacity*), konsumsi uap (*steam consumption*),
- e. Efisiensi dalam penggunaan energy (*efficiency of energy*),
- f. Pembungkus pipa (*insulation pipe*),
- g. Kestabilan tekanan boiler, 5 bar (kg/cm²) dan keakuratan suhu, 100 °C,
- h. *Boiler water treatment*,
- i. Bahan bakar untuk boiler (*boiler fuel*), serbuk gergaji (*saw dust*), potongan kecil kayu (*chipper*),
- j. Kalibrasi (*calibration*) alat pengukur tekanan (*pressure gauge*),
- k. Pengoperasian boiler (*boiler operation*): pembakaran tidak sempurna (*incomplete burning*), bahan bakar (*fuel*), udara (*air*), suhu (*temperature*).

2) Beberapa hal yang perlu diperiksa sebelum pengoperasian boiler adalah:

a. Batas air (*water level*)

Batas air dapat dilihat pada sisi kaca yang terdiri dari 3 garis. Garis paling atas merupakan batas air tertinggi (HWL, *high water level*), garis ditengah merupakan batas air pada kondisi normal (NWL, *normal water level*) dan garis dibawahnya merupakan batas air terendah (LWL, *low water level*). Sebelum mengoperasikan boiler batas air harus pada posisi garis NWL,

Pengendali batas air (*water level control*) yang terletak di dalam kolom air secara otomatis akan menyalakan pompa (*feeding pump*) jika batas air mencapai NWL dan akan mematikan pompa jika batas air mencapai HWL. Bel peringatan (*alarm bell*) akan berbunyi jika batas air mencapai LWL,

Untuk mengisi *feed water tank* dan *condensate tank* harus selalu menggunakan air bersih (*raw clean water*). Air pada tangki-tangki feed water dan condensate harus selalu penuh.

b. Peringatan

Di bawah LWL kebocoran pada *boiler proper (sheel)* dapat terlihat dari ujung bagian belakang tiap lajur tabung yang berurutan (*succeeding row tubes*); jika banyak titik kebocoran berarti peringatan bahwa tabung akan rusak,

Pada ruang pembakaran (*furnace*) dengan volume air yang sangat sedikit dapat menyebabkan tabung pecah dan meleleh. Sehingga pengujian water level control harus dilakukan secara berkala untuk memastikan bahwa alat ini dapat dioperasikan.

c. Pengendali tekanan (*pressure control*)

Pengendali tekanan berguna untuk mengendalikan tekanan uap (*steam pressure*) pada batas tertentu. Terdapat 2 alat yang terletak pada bagian atas boiler, satu alat untuk mendukung jika terdapat permasalahan pada pressure control, alat ini akan mengendalikan penyebar bahan bakar (*spreader stoker*), kipas FD dan kipas ID. Spreader stoker menyalurkan bahan bakar ke ruang pembakaran (*furnace chamber*), kipas FD dan kipas ID menyalurkan oksigen. Semuanya ini akan meningkatkan pembakaran dan tekanan boiler,

Spreader stoker, kipas FD dan kipas ID akan tertutup atau terkunci pada batas tertentu tergantung pengaturan pressure control (biasanya antara 6 – 8 Bar). Batas tekanan

harus diatur dibawah tekanan maksimum yang diprasyaratkan boiler (12 Bar). Secara keseluruhan terdapat 2 pengaturan yang harus dibuat : "Range" dan "Diff". "Range" harus diatur sekitar 6 – 8 Bar dan "Diff" diatur 2 Bar. Ini berarti spreader stoker, kipas FD dan kipas ID akan tertutup atau terkunci pada tekanan 6 – 8 Bar dan akan hidup mulai pada 2 Bar dibawah pengaturan Range.

d. Peringatan

Pressure control yang berfungsi secara berlebih akan mengakibatkan tekanan yang berlebihan, hal ini dapat membuka katup pengaman 'Safety Valve' sehingga tekanan yang berlebih tersebut akan terbuang. Safety Valve diatur pada 9 dan 10 Bar; diatas 9 dan 10 Bar Safety Valve akan terbuka sehingga tekanan terbuang,

Yakinkan bahwa kipas FD, kipas ID, spreader stoker, feeding pump, condensate pump dan *softener pump* dalam kondisi baik dan dapat bekerja dengan penyalan (switch on) secara manual satu demi satu dari masing-masing unit.

3) Pengoperasian (starting up) Boiler:

- a. Tutup katup pengeluaran uap bagian keluar (*steam outlet valve*) boiler,
- b. Buka katup seluruh unit pompa, kecuali feeding pump buka pompa pertama dan tutup pompa kedua (*Back Up pump*),
- c. Buka *dampers* kipas FD dan kipas ID,
- d. Letakkan beberapa kayu di dalam furnace dan bakar,
- e. Jika api cukup besar, pindahkan seluruh tombol ke posisi "auto",
- f. Lihat pengukur tekanan ("*Pressure Gauge*") boiler; jika tekanan mencapai sekitar 4 – 5 Bar buka katup uap bagian keluar (*steam outlet valve*),
- g. Uap akan mengalir melalui header penyalur uap (*steam distribution header*), buka katup antara (*by pass valve*) pada unit pipa penyalur (*drain pipe unit*) yang terletak dibawah steam header dan tutup kedua katup sebelum dan sesudah pipa berisi uap. Biarkan aliran uap melalui pipa antara hingga tidak ada lagi air yang terkandung di dalam uap. Kemudian buka kedua katup yang mengandung uap, tutup katup antara (*by pass valve*). Tujuan membuka *by pass valve* adalah untuk mengeringkan/membuang air di dalam header agar diperoleh uap yang lebih banyak sehingga panas yang dipindahkan /disalurkan akan lebih efisien,
- h. Buka uap pada output header sehingga uap akan mengalir ke kamar kiln dry dan kembali ke condensate tank,
- i. Untuk mendapatkan pembakaran yang terbaik adalah dengan mengatur damper kipas FD dan damper kipas IF agar oksigen cukup diperoleh pada proses pembakaran. Oksigen yang tidak cukup akan menghasilkan proses pembakaran yang tidak sempurna (*incomplete combustion*) sehingga akan menghasilkan pembakaran bahan bakar yang tidak sempurna (*unburned fuel*), kobaran api (*flame*) cenderung berasap (biasanya asap berwarna hitam akan keluar dari cerobong asap). Jika terlalu banyak oksigen proses pencampuran dan pembakaran hanya sedikit terjadi, sehingga menghasilkan kobaran api yang pendek dan api yang bersih. Udara yang berlebihan menyebabkan beberapa panas yang dilepaskan terbuang dari furnace dan mengenai tumpukan kayu (bahan bakar). Hal ini menyebabkan asap tebal berwarna putih keluar dari cerobong asap. Asap tipis (hanya berkabut) berwarna coklat muda yang timbul dari tumpukan kayu merupakan tanda baiknya perbandingan antara udara dan bahan bakar,
- j. Buka katup di bagian bawah (*blow down valve*) beberapa detik setiap hari selama boiler beroperasi untuk membuang kotoran (*dirt*), lumpur (*mud* dan *sludge*) serta bahan lainnya yang tidak diinginkan dari *boiler drum*,
- k. Selalu periksa pengumpul debu (*ash collector bin*) dan kotak debu di dalam furnace, debu dibuang jika pengumpul debu dan kotak di dalam furnace sudah penuh dengan debu.

4) Pemeliharaan Boiler

a. Ruang Pembakaran (*Boiler Furnace*)

Selalu perhatikan pipa di *furnace* (*furnace base pipe*), bersihkan pipa guna melancarkan aliran oksigen dari *furnace* terutama dibagian bawah. Untuk beberapa species kayu yang memiliki bahan mudah terbang dan *resin* (seperti kamper, keruing dan sebagainya) dapat menumpuk di *furnace* bagian bawah sehingga menyumbat pipa,

Furnace adalah ruang tempat pembakaran bahan bakar sehingga menghasilkan suhu sangat tinggi. Ruang atau tempat ini perlu dilapisi atau ditutup dengan menggunakan semen keras seperti pada lempengan dasar *furnace* (*furnace base plate*), pintu dan sebagainya. Akibat gesekan (*erosion*) beberapa bagian pelapis atau pelindung di ruang ini rusak sehingga perlu diganti atau diperbaiki. Lempengan (*plate*) yang tidak tertutup dapat menyebabkan *plate* pecah walaupun terbuat dari baja.

b. *Boiler Proper*

Selalu perhatikan tabung api (*fire tube*) karena tumpukan debu di dalam tabung cepat terjadi. Buka pintu bagian depan dan belakang boiler, bersihkan tumpukan debu dengan menggunakan peralatan pembersih sederhana yang dilengkapi dengan tongkat panjang seperti sikat khusus untuk boiler agar tumpukan debu bersih. Jika terdapat banyak tumpukan debu yang sudah mengeras, gunakan peralatan pembersih khusus untuk boiler. Tumpukan debu yang banyak ditabung akan menyebabkan pengoperasian boiler tidak efisien,

Periksa bagian dalam boiler melalui lubang di bagian atas dan perhatikan tabung. Jika terdapat tumpukan seperti sisik ikan (*scale*) pada permukaan tabung maka boiler perlu dibersihkan. Buka kedua *blind flange* yang terdapat di depan boiler *furnace header*, boiler dibersihkan dengan menggunakan bahan kimia tertentu,

Hal terpenting agar kondisi boiler tetap baik adalah pre-treatment dari (*softener* dan *internal treatment*) air yang akan digunakan di boiler. Bahan kimia dipompa kedalam boiler dengan menggunakan *dosing pump*,

Pastikan tidak ada minyak pada permukaan pemanas di boiler karena berbahaya, dapat menimbulkan suhu yang tinggi sehingga menyebabkan kelebihan panas dan merusak boiler.

c. Kipas ID dan Kipas FD

Periksa *bearing*, *V-belt* dan *impeller*. Tambahkan gemuk (*grease*) di rumah bearing (gunakan gemuk yang tahan panas) jika gemuk sudah kurang. Periksa daya regang *v-belt*, minimum 3,5 pounds dan kekuatan maksimum 5,25 pounds,

Buka lubang pengendali pada *impeller*, lihat kedalam, lepaskan jika terdapat debu di dalamnya. Periksa *impeller* dan baling-baling bila terjadi perubahan bentuk.

d. *Feeding Pump System*

Periksa saringan (*strainer*) buka dan bersihkan *filter*. Terdapat 2 *feeding pump*, satu pompa adalah *back up pump*, berguna jika terdapat masalah pada pompa utama dan perlu perbaikan/penggantian.

e. Sistem Pengendalian (*Control System*)

Pressure control, terdapat 2 unit pompa, satu pompa adalah untuk mendukung pengendalian pengontrolan jika pompa yang pertama mendapat permasalahan,

Water Level Control, terletak di dalam kolom air (merupakan tabung berukuran 5 inci yang terletak disamping boiler *sheel* dan sisi kaca serta melekat pada kolom air). Terdapat 3 jarum (*probe*) di dalam *blind flange* pada bagian atas kolom air dan bersihkan tangkai jarum (*stick probe*).

5) Contoh dosis bahan kimia dan fungsinya pada *boiler water treatment*
(Boiler N-450, 15 ton/jam)

BAHAN KIMIA <i>CHEMICAL</i>	DOSIS <i>DOSE</i>	FUNGSI <i>FUNCTION</i>
HYDRO 450	1,8 g/ton	Menghilangkan kerak dalam pipa boiler
HYDRO 640	0.62 ml/ton	Menghilangkan karat (<i>corosive</i>) dalam pipa boiler
HYDRO 525	1.6 ml/ton	Menghilangkan kandungan oksigen dalam pipa <i>condensate</i>
COUSTIC SODA	1.75 g/ton	Menaikkan pH, Alkalinitas air boiler

Catatan : pH 10.8 – 11.3

6) Contoh lain dosis bahan kimia dan fungsinya pada *boiler water treatment*

BAHAN KIMIA	DOSIS (g/ton)	FUNGSI
Aluminium Sulfat	50	Menjernihkan air
Caustic Soda	10	Menaikkan pH, Alkalinitas air boiler
Sodium Hypochloride	0,84	Mengatur pH
Kuriflock	0,84	Menangkap/mengumpulkan kotoran

2.6 Saw doctoring: gergaji pita (band saw)

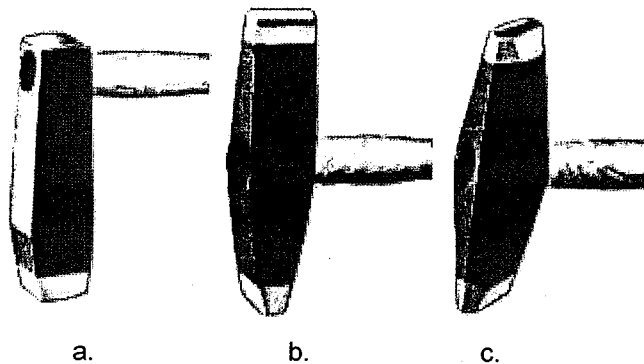
1) *Benching* merupakan serangkaian pekerjaan pelurusan (*straightening*), peregangan (*tensioning*) dan perataan (*leveling*) pita bandsaw di atas sebuah meja kerja. Pekerjaan tersebut sebagai berikut:

- a. Meja kerja peregangan (*stretching or leveling bench*)
 - Dapat terbuat dari kayu keras atau dilapisi lembaran baja,
 - Pastikan bersih dan rata/licin tidak terdapat bercak atau bekas karat. Agar rata dan licin diampas dengan amplas halus,
 - Jika perlu dicuci sehingga permukaan bebas dari debu dan resin,
 - Kedudukan meja kerja dan roda (jika menggunakan mesin stretching) harus rata (gunakan *water pass*).
- b. Mesin peregangan (*stretching machine*)
 - Pastikan roda atas dan bawah dalam kondisi dan berfungsi baik dan tepat (cembung dan mencengkeram dengan kuat),
 - Kedudukan antara dua roda (atas dan bawah) dan meja kerja harus rata.
- c. Pelurusan dan perataan (*straightening dan leveling*)
 - Meskipun pita gergaji (bandsaw blade) terlihat lurus dan rata akan tetapi sebelum pekerjaan peregangan (*tensioning*) perlu dilakukan pemeriksaan kelurusannya,
 - Gunakan *standard back-gauge* untuk pelurusan (*straightening*),
 - Untuk perataan (*leveling*) periksa permukaan pita gergaji dengan *straight edge template* beri tanda dengan kapur atau crayon bagian yang tidak rata.



Gambar 2. Pemeriksaan kerataan (*leveling*) band saw dengan *straight edge template*

- Gunakan palu khusus (*saw doctor's hammer*) untuk perataan



Keterangan:

- a. Palu *dog head* atau *round head* untuk tensioning
- b. Palu *cross-face* untuk levelling
- c. Palu *twist-face* untuk levelling

Gambar 3. Beberapa bentuk palu (*hammer*) yang digunakan oleh saw doctor

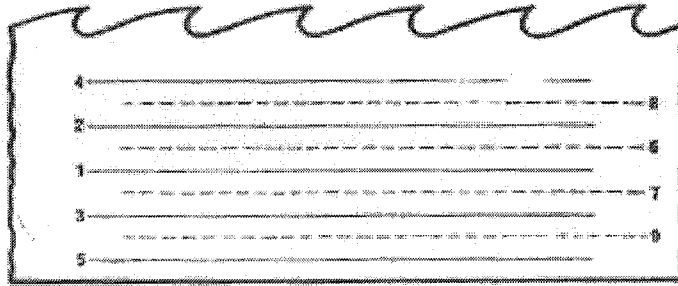
- ✓ Palu yang lebih ringan untuk pita gergaji tipis dan yang lebih berat untuk pita gergaji tebal dan lebar,

Perbandingan ketebalan pita band saw dan berat palu (*hammer*)

Ketebalan <i>Band saw blade</i> BWG (mm)		Berat Palu (<i>hammer</i>) Kg
15	(1.80)	1.6 – 1.8
16	(1.65)	1.3 – 1.6
17	(1.50)	1.1 – 1.3
18	(1.25)	0.9 – 1.1
19	(1.10)	0.7 – 0.9

- ✓ Sebelum dipukul, pita gergaji diberi minyak,
- ✓ Pemukulan harus hati hati dan jangan terlalu kuat.

- d. Tata cara peregangan (*tensioning procedure*) seperti pada Gambar 4.



Keterangan:

4. Pukulan paling ringan (*low pressure*)
- 8.
2. Pukulan ringan (*medium pressure*)
- 6.
1. Pukulan agak berat (*high pressure*)
- 7.
3. Pukulan ringan (*medium pressure*)
- 9.
5. Pukulan paling ringan (*low pressure*)

Gambar 4. Cara *tensioning* pada *band saw blade*

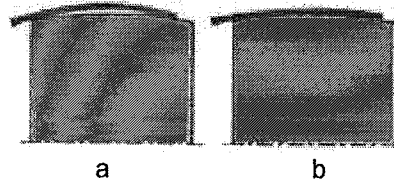
Bagian *band saw* yang akan di-*tensioning*, 1 – 5 sisi bagian muka dan 6 – 9 sisi belakang

- ✓ Cara pukul *band saw*, pukulan sejajar panjang *band saw*, pertama pada tengah (1) pukulan agak berat, sedikit keatas (2) dan bawah (3) lebih ringan dan sedikit diatas 2 (4) dan bawah 3 (5) lebih ringan lagi. Kemudian hal yang sama pada bagian sebaliknya dimulai dari sedikit diatas 1 (6) dan bawah 1 (7) pukulan agak berat, sedikit diatas 2 (8) dan bawah 3 (9) pukulan ringan,
 - ✓ Untuk mendapatkan hasil yang baik, bagian *band saw* yang akan di-*tensioning* (bagian sisi muka dan belakang) diberi tanda (garis) dengan crayon atau kapur,
 - ✓ Jumlah bagian *band saw* (garis) yang akan di *tensioning* tergantung keperluan dan lebar *band saw blade*.
- e) Panas peregangan saat proses pengelasan (*heat tensioning*)
- ✓ Suhu untuk pengelasan sambungan *band saw* pada peregangan berkisar antara 300 °C sampai 400 °C (maksimum),
 - ✓ Suhu dibawah 300 °C, logam *band saw* (umumnya baja) masih keras sehingga sulit untuk ditensioning,
 - ✓ Suhu diatas 400 °C, mengurangi kekerasan logam *band saw*,
 - ✓ Pengelasan dengan nyala api *oxy-acetylene*, posisi pipa las (*torch*) dan *band saw* membentuk sudut 30°, jarak ujung pipa las (*tip*) sekitar 10 mm diatas permukaan pita *band saw*.
- f) Pita hasil peregangan dan posisinya pada roda (*band wheel*) mesin *band saw*

Secara normal jika pita hasil peregangan dipasang pada roda (*band wheel*) mesin *bandsaw*, bagian pita yang bersentuhan dengan roda (*band wheel*) akan membentuk "*mahkota/crown*" dan menempel/mencengkram permukaan roda terutama pada daerah tepi pita.

- ✓ Daerah tepi pita untuk memotong akan keras dan tetap stabil selama penggergajian,
- ✓ Kekerasan dan kekakuan tepi pita tersebut tetap terjaga walaupun pita *bandsaw* panas selama penggergajian,

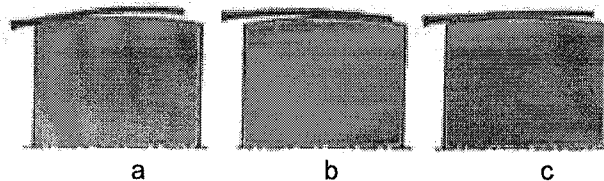
- ✓ Pita akan menempel di permukaan roda secara tepat dan akan berdiri melawan tekanan yang tercipta dari hasil pemotongan (*feed*).
- Hasil peregangan yang benar (*correct tensioning*)



Gambar 5. Hasil *tensioning* yang benar pada *band saw blade*

Hasil *tensioning* yang benar dan posisinya pada roda (*band wheel*):
 a. Pita *band saw* berukuran lebar dan b. Pita *band saw* berukuran lebih dari 150 mm (6")

- Hasil peregangan yang salah (*incorrect tensioning*)



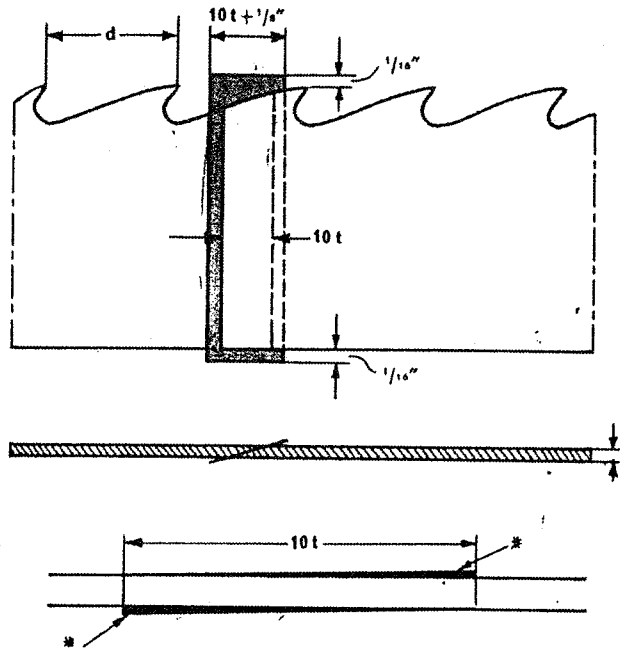
Gambar 6. Hasil *tensioning* yang salah pada *band saw blade*

Pada Gambar 6 diatas memperlihatkan hasil *tensioning* yang salah dan posisi *band saw blade* pada roda (*band wheel*), dimana gambar:

- ✓ Pisau mencengkram roda hanya sepanjang daerah tepi pita pemotong, sehingga akan memberi tekanan yang berlebih pada pita. Resiko yang dihadapi adalah retaknya dasar (*root*) mata gergaji;
- ✓ Cengkraman pita pada roda hanya sepanjang tepi bawah pita (*back edge*). Daerah tepi pita pemotong akan bergetar dan memiliki kecendrungan kayu hasil penggergajian berkelok-kelok seperti ular ("*snaking*"). Pita tidak memotong dengan tepat;
- ✓ Cengkraman hanya sepanjang bagian tengah pita. Tepi pita yang bergetar tidak akan menyisakan hasil potongan jika penggergajian dengan kecepatan tinggi.

2) Penyambungan (Joining)

- Pelapisan dengan kuningan (*brazing*),
- Upset welding* (*butt welding* dan *flash welding*),
- Gas *welding* dan *shielded arc welding* (*oxy-acetylene welding* atau *shielded arc welding* – *atomic hydrogen*, TIG dan MIG methods),
- Cara potong *band saw blade*.

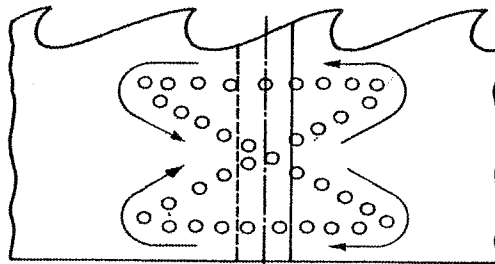


Gambar 7. Teknik *brazing* (las dengan kuningan) pada *band saw blade*

Brazing pita *band saw*, d = jarak antar mata pita (*tooth pitch*) dan t = tebal pita (*blade thickness*):

- Ujung pita harus dipotong dengan sudut yang tepat hingga tepi dan jarak $d/2 + 5t$ dari ujung mata gergaji terdekat.
- Solder tipis (3 mm), harus lebih panjang dan lebar dari pada runcing potongan *band saw*
- Ujung yang overlapping diratakan

3) Peregangan setelah penyambungan (*stretching after joining*)



Gambar 8. Teknik *stretching after joining* pada *band saw blade*

Posisi arah pukul palu saat *tensioning* setelah penyambungan dengan *brazing* atau *welding* (membentuk angka delapan).

4) Penajaman (*sharpening*)

Hal-hal yang perlu diperhatikan saat penajaman (*sharpening*), antara lain:

- Mesin gerinda (*grinding machines and wheels*),
- Pengerindaan (*grinding*),
- Penajaman kembali (*re-sharpening*),
- Kesalahan yang umum terjadi (*common grinding faults*),
- Penambalan (*filing*).

5) Pelapisan ujung mata gergaji (stellite tipping)

- Persiapan mata gergaji (preparation of the teeth),
- Pelapisan ujung mata gergaji dengan stellite (application of the stellite by welding),



a

b

Gambar 9. Teknik pengelasan mata gergaji pada *band saw blade*

Posisi punggung pita band saw menghadap ke bawah, panaskan setiap mata gergaji pada 450 °C selama 2 detik (a) dan cara pelapisan dengan stellite (b), dimana:

- Perbandingan api biru (*oxy-acetylene*) dan api merah (*oxygen*) adalah 1 : 3,
- Gunakan nozzle no. 1 yang berdiameter 0,75 mm untuk BWG 19,

Band saw blade BWG		Nozzle No.	Drill size
Lebih besar sama dengan	19	1	60 - 75
	18 - 17	2	56
	16 - 15	3	53
Lebih kecil sama dengan	14	4	49

- Cara pengelasan, gunakan api merah selama +/- 3 detik baru gunakan api warna biru kemudian sambung,
 - Jika menggunakan crayon stick (tempilstik, 460 °C), gunakan api warna merah tunggu crayon meleleh baru gunakan api warna biru,
 - Jika panas api welding kurang dari 460 °C stellite mudah lepas (panas api welding tidak sesuai dengan kapasitas panas logam band saw), sedangkan jika lebih panas dari 460 °C maka akan merusak kualitas logam band saw.
- c. Penggerindaan terakhir (final grinding),

Mata gergaji sisi kanan kiri diasah hingga tajam dengan menggunakan mesin penggerindaan. Ujung mata gergaji diratakan hingga sangat tajam. Selama pekerjaan penajaman ujung mata gergaji.

6) Pemeliharaan pita gergaji (*blade maintenance*)

a. Kebersihan (*cleaning and visual examination*)

- Pemeliharaan pita gergaji dimulai dari meja kerja peregangan (*stretching bench*),
- Meja kerja bersih dan rata/licin tidak terdapat bercak atau bekas karat,
- Bersihkan meja kerja dan jika perlu diampas dengan amplas halus. Pita band saw dibersihkan atau jika perlu dicuci sehingga permukaan bebas dari debu dan resin. Hal ini penting untuk menghindari guratan pada pita selama pelaksanaan pembersihan,
- Gullet dan mata gergaji dibersihkan dengan sikat,
- Untuk memeriksa apakah pita retak atau ada guratan gunakan kaca pembesar (*magnifying glass*).

b. Pemberian tanda mata gergaji yang retak dan rusak

- Mata gergaji yang retak dan rusak diberi tanda dengan kapur atau crayon sebelum diperbaiki.

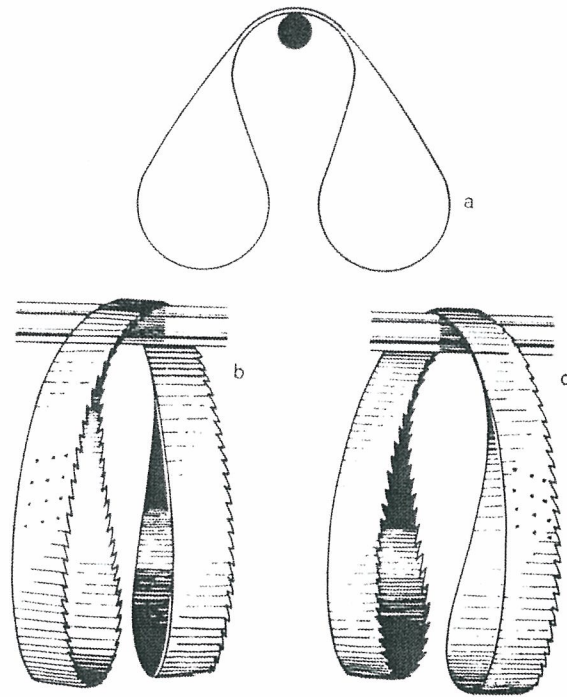
c. Perbaiki mata gergaji yang retak dan rusak

Gullet yang retak dapat dihentikan dengan beberapa cara:

- Retak yang panjangnya kurang dari 10 mm (0.4 inci) dan agar tidak bertambah panjang retaknya dapat dicegah dengan pukulan keras pada kedua sisi pita yang retak terus menyusuri retak hingga dibawah akhir retak. Pada bagian ini (dibawah akhir retak) pekerjaan lebih banyak,
- Membor dengan lubang berdiameter 3 mm tepat dibagian bawah retak,
- Retak yang lebih dalam dapat diperbaiki dengan pengelasan, menggunakan kawat las dan api oxy-acetylene,
- Perbaiki dengan pengelasan memerlukan ketrampilan yang tinggi,
- Retak yang sangat kecil dapat dihilangkan dengan pengisian (*filing*) atau penggerindaan (*grinding*) akan tetapi metode ini tidak disarankan,
- Retak pada tepi bagian belakang yang disebabkan oleh gesekan dengan pengarah (*guide*) hanya dapat dikurangi dengan penggerindaan menggunakan mesin khusus,
- Mata gergaji yang rusak dapat diisi atau digerinda sehingga menjadi bentuk semula (jika mungkin),
- Jika satu mata gergaji patah, patahan mata gergaji tersebut harus dihaluskan dengan pengisian atau penggerindaan,
- Jika satu atau lebih mata gergaji lepas/hilang, ganti potongan yang hilang tersebut dengan potongan band saw berbahan dan bentuk tepat sama. Kedua potongan tersebut dihaluskan dengan gerinda kemudian dilas. Hasil las digerinda ulang untuk memperoleh mata gergaji baru dengan bentuk sesuai yang diinginkan.

d. Pemeriksaan *band saw* yang melintir

- Pita band saw yang melintir akan terlihat gerakan maju mundur pada roda (*band wheel*), gerakan tidak teratur dan harus segera diganti untuk dikoreksi,
- Band saw yang melintir dapat dihilangkan dengan pengetukan/pukulan menggunakan palu (*cross-face hammer*),
- Band saw digantung dengan bentuk *double loop*, *left-hand* dan *right-hand twist*.



Pita *band saw* yang melintir:

a. pita digantung membentuk double loop; b. left-hand twist dan c. right-hand twist

Gambar 10. Cara menyimpan dan melipat *band saw blade* yang melintir

- Beri tanda dengan crayon atau kapur arah ketukan/pukulan dalam posisi band saw tergantung,
- Setelah pita diberi minyak, letakan bagian yang akan dikoreksi pada landasan yang sudah diberi minyak,
- Pengetukan/pemukulan dengan palu secara diagonal sejajar bagian yang melintir.
- Jarak antara satu garis pukulan dengan yang lainnya 10 mm,
- Pemukulan pada seluruh pita, kecuali bagian yang melintir terbatas (hanya bagian tersebut yang dipukul),
- Pita dibalik dan perlakuan yang sama dilakukan (bagian dan arah pukulan), jaga agar palu pada posisi yang sama,
- Hasil pukulan akan saling menyilang antara satu sisi dengan sisi sebaliknya.

GERGAJI PITA (BANDSAW)

Bandsaw Ø	Panjang (m)	Lebar (Inchi)	Jarak mata (mm)	Sudut puncak	Dalam mata (mm)	Sudut sayat	Tebal gergaji (mm)	Lebar mata (mm)	Sisi mata kiri/kanan (mm)	Peregangan (mm)	Kemiringan sisi mata	Jumlah mata
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
60" – I	10,58	8	37	25°	12	49°	1,25	2,4	0,575	0,8	22°	283
60" – II	11,10	8	37	25°	12	49°	1,25	2,7	0,725	0,8	22°	292
48" – I	8,19	7	37	25°	12	49°	1,25	2,4	0,575	0,8	22°	215
48" – II	8,94	7	37	25°	12	49°	1,25	2,4	0,575	0,8	22°	253
44"	7,98	6	36	25°	10	49°	1,25	2,4	0,575	0,5	22°	224
43" – I	7,34	6	36	29°	10	49°	1,25	2,4	0,575	0,5	22°	212
43" – II	7,34	6	36	29°	10	49°	1,25	2,4	0,575	0,5	22°	212
42" – II	7,54	6	36	29°	10	49°	1,25	2,4	0,575	0,5	22°	199

Ukuran Gergaji

Lebar	Tebal	Jarak Mata
8"	17 G (1,50 mm)	1,75" (44 mm)
7"	17 G (1,50 mm)	1,75" (44 mm)
6"	18 G (1,25 mm)	1,5" (38 mm)
5"	18 G (1,25 mm)	1,25" (31 mm)
4,5"	18 G (1,25 mm)	1,25" (31 mm)
4,5"	18 G (1,25 mm)	1" (25 mm)
4"	18 G (1,25 mm)	1,25" (31 mm)
4"	18 G (1,25 mm)	1" (25 mm)
4"	19 G (1,07 mm)	1" (25 mm)
4"	20 G (0,90 mm)	1" (25 mm)

Perbandingan tebal bandsaw dan berat palu (Hammer)

Lebar mata berdasarkan Species kayu	
1. Keruing (Apitong)	2,4 mm
2. Nyato	2,4 mm
3. Ulin (Bulian)	2,4 mm
4. Sinker	2,4 mm
5. Meranti	2,7 mm
6. Agathis	2,7 mm

Tebal Band Saw Blade / BWG (mm)	Berat Hammer (kg)
15 (1,8)	1,6 ~
16 (1,65)	1,3 ~
17 (1,5)	1,1 ~
18 (1,25)	0,9 ~
19 (1,1)	0,7 ~

Catatan :

Jumlah mata gergaji tidak mutlak seperti yang tercantum pada kolom 12 (tergantung panjang gergaji)

Mata gergaji kayu yang sempit (*narrow wood band saw blade*) dengan *spring set teeth*

Mata gergaji (<i>band saw blade</i>)				Jarak antar mata gergaji (<i>Pitch</i>)			
Lebar		Tebal		Kayu lunak		Kayu keras	
mm	inci	mm	BWG	mm	inci	mm	inci
6	¼	0.4	27	4	0.16	3	0.12
8		0.4	27	4	0.16	3	0.12
10	3/8	0.4	27	5 - 8	0.20 - 0.31	2 - 5	0.08 - 0.20
12 ½	½	0.4	27	5 - 8	0.20 - 0.31	2 - 5	0.08 - 0.20
15		0.6	24	6 - 8	0.24 - 0.31	3 - 6	0.12 - 0.24
20	¾	0.5	25	7 - 10	0.28 - 0.39	3 - 7	0.12 - 0.28
25	1	0.5	25	8 - 10	0.31 - 0.39	4 - 8	0.16 - 0.31
30	1 3/16	0.7	22	10 - 15	0.39 - 0.59	6 - 10	0.24 - 0.39
40	1 ½	0.8	21	12 - 20	0.47 - 0.79	8 - 12	0.31 - 0.47
50	2	0.9	20	14 - 20	0.55 - 0.79	10 - 14	0.39 - 0.55

Mata gergaji kayu yang lebar (*wide wood band saw blade*) dengan *swaged* atau *spring set teeth*

Mata gergaji (<i>band saw blade</i>)				Jarak antar mata gergaji (<i>Pitch</i>)							
Lebar		Tebal		Kayu lunak				Kayu keras			
mm	inci	mm	BWG	Spring set		Swaged		Spring set		Swaged	
				mm	inci	mm	inci	mm	inci	mm	inci
76	3	1.07	19	32	1 ¼	41	1 5/8	21	13/16	30	1 1/8
105	4 1/8	1.07	19	35	1 3/8	45	1 ¾	22	7/8	35	1 3/8
118	4 5/8	1.07	19	35	1 3/8	45	1 ¾	22	7/8	35	1 3/8
130	5 1/8	1.07	19	35	1 3/8	45	1 ¾	25	1	35	1 3/8
156	6 1/8	1.25	18	38	1 ½	45	1 ¾	25	1	38	1 ½
181	7 1/8	1.47	17	38	1 ½	45	1 ¾	29	1 1/8	38	1 ½
206	8 1/8	1.65	16	44	1 5/8	51	2	31	1 ¼	45	1 ¾
232	9 1/8	1.83	15	48	1 7/8	51	2	38	1 ½	45	1 ¾
260	10 ¼	1.83	15			63	2 ½			51	2
286	11 ¼	2.11	14			63	2 ½			51	2
311	12 ¼	2.11	14			63	2 ½			51	2
337	13 ¼	2.41	13			70	2 ¾			51	2
362	14 ¼	2.41	13			76	3			57	2 ¼
387	15 ¼	2.77	12			83	3 ¼			57	2 ¼
413	16 ¼	2.77	12			83	3 ¼			57	2 ¼

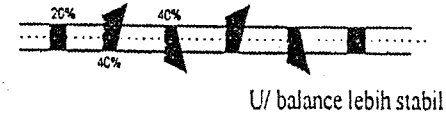


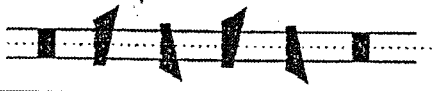


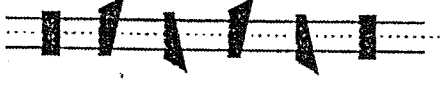


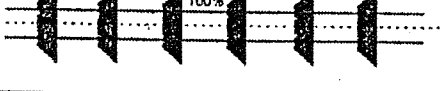




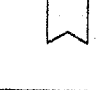
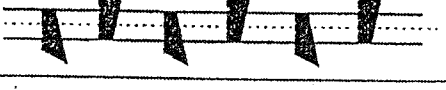

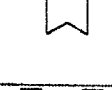
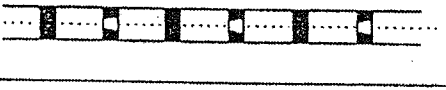


CONTOH
PEMBACAAN KETERANGAN PADA GERGAJI

305 x 3.2 x 2.2 x 25.4 x 100 x A-15
819256110121
15-15-15-10
Nmax : 6000 rpm

Keterangan:

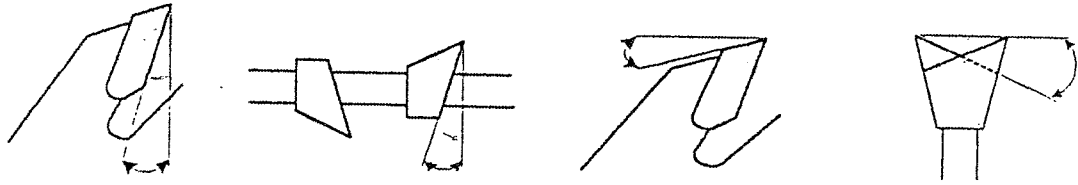
- 305 : Diameter luar gergaji
- 3.2 : Tebal mata gergaji
- 2.2 : Tebal body/lat
- 25.4 : Diameter as/spindle
- 100 : Jumlah gigi gergaji
- A-15 : Tipe gergaji
- 819256110121 : Kode produksi
- Nmax.....rpm : Direkomendasi hingga putaran maksimum

TIPE GIGI GERGAJI

KATEGORI	TYPE GIGI	KONFIGURASI GIGI	PENAMPANG	HASIL POTONG
Japan Type A (CrossCut/ Rip)	A0, A2	 <p style="text-align: center; font-size: small;">U/ balance lebih stabil</p>		
	A5, A10, A15, A20, AT15			
	AB, AB3, KS. A0, A10, A15, A20			
Europa Type B (Rip)	B20, B25, B1 asah mudah, lebih stabil, berat, tdk ada spur			
	BC1, BC5, BC20 asah susah, tdk stabil, lebih ringan			
Europa Type C (Cross/Rip)	CS, NCS			
D (ALUMI)	D15, D20			

Gambar 11. Contoh tipe gigi gergaji pada *band saw blade*

SUDUT GIGI GERGAJI

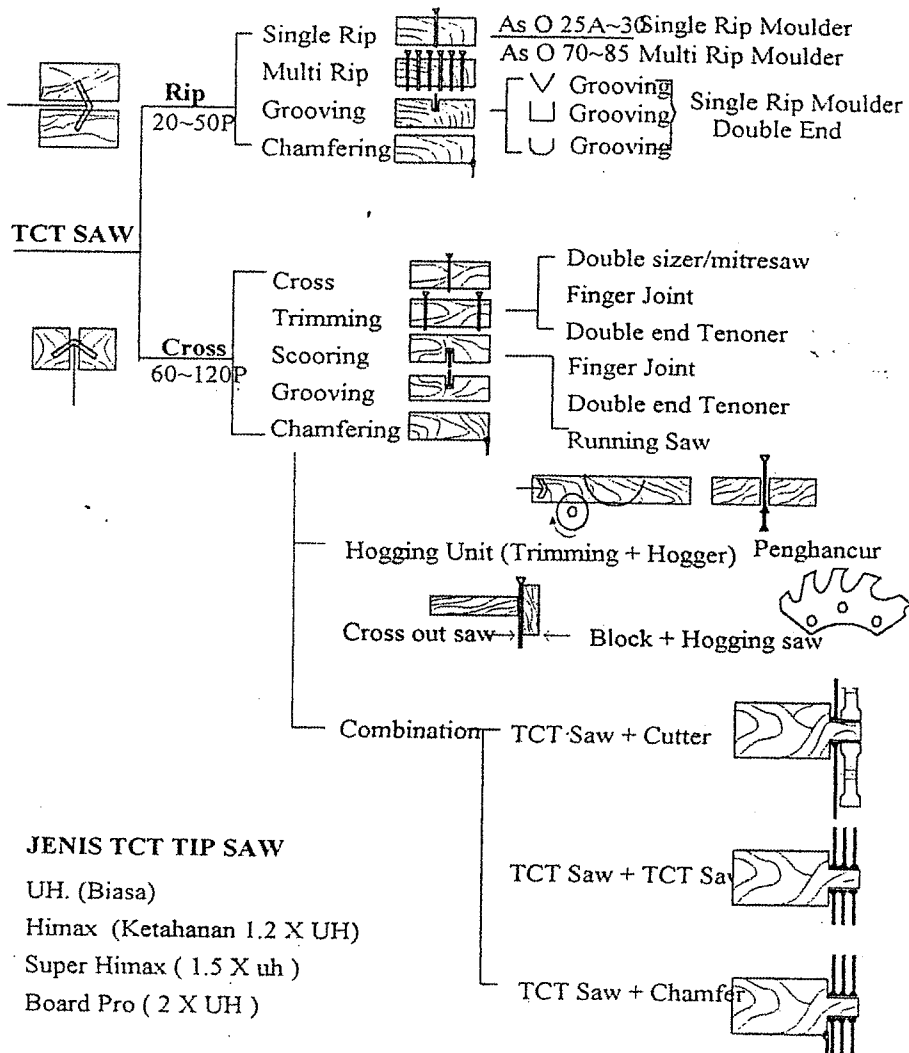


Hook/Rake angle
(Sudut Kait/Keruk
puncak)

Face Bevel angle
(Sudut Kemiringan muka)

Clearance angle
(Sudut bebas potong)

Top Bevel angle
(Sudut kemiringan)



Jika langsung dengan cutter bagian lidah/tongue bisa pecah, hasil kurang bagus



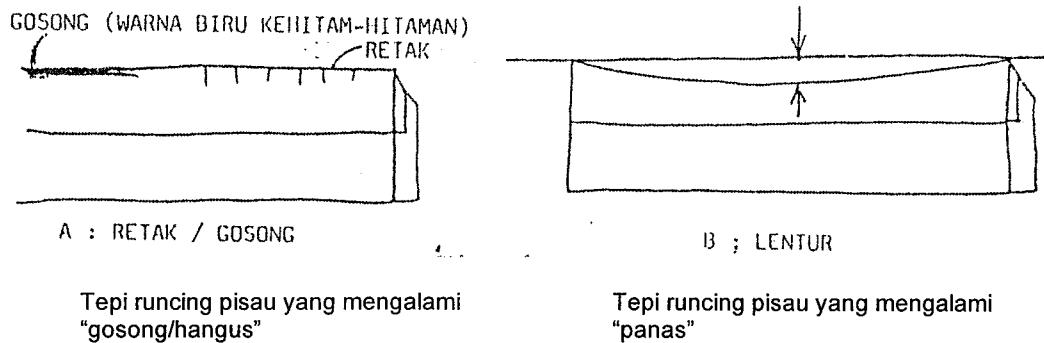
Gambar 12. Contoh tipe sudut gigi gergaji *circle saw blade*

2.7 Pisau-Pisau (knives)

Tepi runcing pisau (*edge of knife*) memegang peranan sangat penting dalam penggergajian kayu. Kayu berkualitas baik hanya akan dihasilkan bila tepi runcing pisau dalam kondisi tajam dan baik. Sehingga tepi runcing pisau yang tajam, keras dan tahan lama sangat diperlukan pada penggergajian kayu.

1). Penggerindaan/pengasahan pisau (*knife grinding*)

Hal penting yang perlu diingat bahwa selama pengasahan pisau, tepi runcing pisau mengalami "panas" dan "gosong/hangus". Tepi runcing pisau yang "gosong/hangus" akan menyebabkan pisau retak-retak dan menjadi lunak/lemah ditandai dengan warna biru kehitam-hitaman, sedangkan tepi runcing pisau yang "panas" akan menyebabkan tepi runcing pisau bengkok atau melengkung.



Gambar 13. Contoh sisi tajam pisau yang hangus / panas saat proses *grinding*

2). Piring gerinda (*Grinding Wheel*)

Tipe piring gerinda (*grinding wheel*) yang sering digunakan, antara lain :

Tipe	Bahan Pengasah	Ukuran Butiran	Tingkat Kekerasan	Susunan	Jenis Perekat
Biasa	WA	36	I	6	V
ISSO	WA	46	J	7	B

Catatan : V = *Vitrified bond* dan B = *Resinoid bond*

Jika penggerindaan dilakukan dengan cara keras/kuat menyebabkan tepi runcing pisau mudah untuk "panas" dan "gosong/hangus" apalagi melalui pengasahan yang berulang-ulang. Sedangkan jika penggerindaan dilakukan dengan cara lunak/lembut, walaupun hasil penggerindaan diperoleh tetapi gerinda banyak terpakai (terbuang), tidak ekonomis dan tidak tepat guna.

3). Arah perputaran piring gerinda

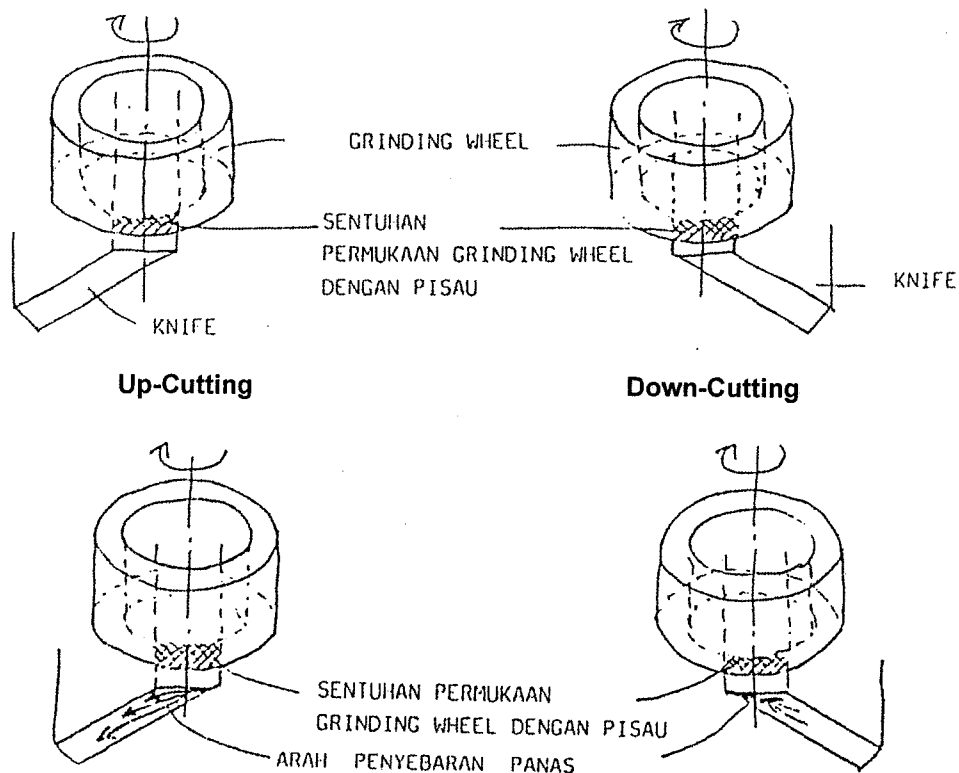
Ada dua tipe/cara untuk menggerinda tepian runcing pisau, yaitu: Cara penggerindaan dengan metode/gaya meningkat (*up cutting*) dan dengan metode/gaya menurun (*down cutting*).

Metode *up cutting*:

- Umumnya digunakan pada pisau kayu lapis (*veneer feeling knife*),
- Tepi runcing pisau "tidak panas" karena panas yang terjadi akibat gesekan pisau dan gerinda akan bergerak dari tepi runcing pisau menuju ke bagian lain pisau yang terbuat dari baja lunak.

Metode *down cutting*:

- Tepi runcing pisau akan "panas" karena panas akibat gesekan pisau dan gerinda terpusat pada tepi runcing pisau.



Gambar 14. Teknik *grinding* pada pisau

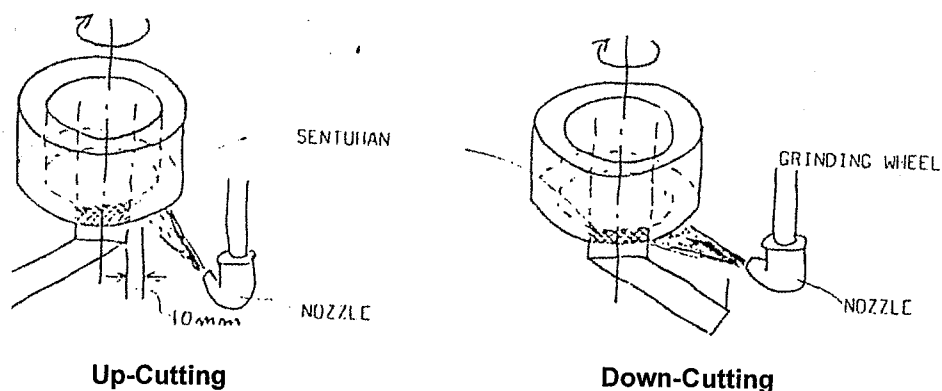
Metode *up cutting* disarankan untuk digunakan karena selain lebih efisien juga dapat menghindari "gosong/hangus" pada pisau.

4). Pendingin/Cairan pendingin

Alasan mengapa pendingin/cairan pendingin harus digunakan:

- ✓ Untuk mendinginkan piring gerinda (*grinding wheel*) dan melindungi pisau dari kemungkinan terjadinya panas dan gosong/hangus. Piring gerinda dingin akan menyerap panas yang ditimbulkan akibat pengasahan berulang-ulang,
- ✓ Untuk mendinginkan tepian runcing pisau,
- ✓ Untuk mendinginkan dan menjaga permukaan piring gerinda tetap dalam kondisi bersih,
- ✓ Untuk menghindari pisau berkarat (proses oksidasi logam pada pisau).

Posisi nozzle cairan pendingin



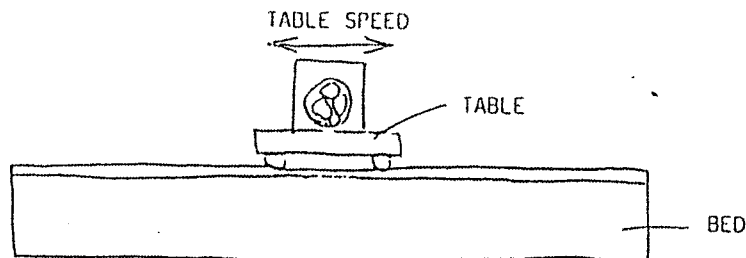
Gambar 15. Contoh letak nozzle cairan perendingin saat proses *grinding* pada pisau

5). Kecepatan gerak geser meja mesin gerinda

Kecepatan gerak meja mesin gerinda (meter/menit)	=	Diameter luar <i>grinding wheel</i> (meter)	$\times 3.14 \times$	Banyaknya putaran yang terjadi pada as <i>grinding wheel</i> per menit
--	---	---	----------------------	--

Sebagai contoh kecepatan gerak geser meja mesin gerinda adalah sebagai berikut:

Diameter <i>grinding wheel</i>		Kecepatan gerak geser meja mesin gerinda (meter/menit)
inci	mm	
10	255	12
12	305	14



Meja mesin gerinda

Gambar 16. Contoh gerak geser meja mesin gerinda

Jika kecepatan meja mesin gerinda terlampau cepat:

- ✓ Pemakaian/konsumsi piring gerinda akan meningkat,
- ✓ Hasil pembentukan runcing pisau kasar,
- ✓ Kerusakan pada mesin menjadi lebih cepat terjadi,
- ✓ Waktu penggerindaan menjadi lebih pendek.

Jika kecepatan meja mesin gerinda terlampau lambat:

- ✓ Kegosongan/hangus pada tepian runcing pisau akan mudah terjadi,
- ✓ Permukaan piringan gerinda (*grinding wheel*) tidak dapat terpelihara baik (bersih) dan selanjutnya diperlukan tekanan yang berlebihan selama penggerindaan.

6). Penyuguhan atau daya makan gerinda pada piringan gerinda (*in-feed of grinding wheel*)

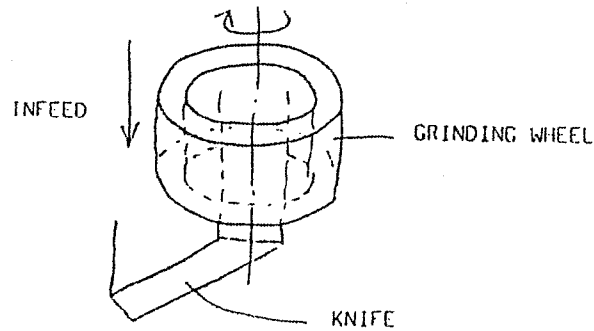
Daya makan piringan gerinda (*in-feed of grinding wheel*) yang paling sesuai adalah 0.01 mm secara ulang-alik.

Jika daya makan piringan gerinda terlampau besar:

- ✓ Kegosongan/hangus pada tepi runcing pisau akan terjadi.
- ✓ Tidak dapat diperoleh tepi runcing pisau yang lurus.
- ✓ Pemakaian/konsumsi *grinding wheel* akan meningkat.

Jika daya makan piringan gerinda terlampau kecil:

- ✓ Pisau tidak dapat diasah lagi, karena piringan gerinda aus.
- ✓ Piringan gerinda mudah gosong/hangus.
- ✓ Waktu penggerindaan menjadi sangat lama.

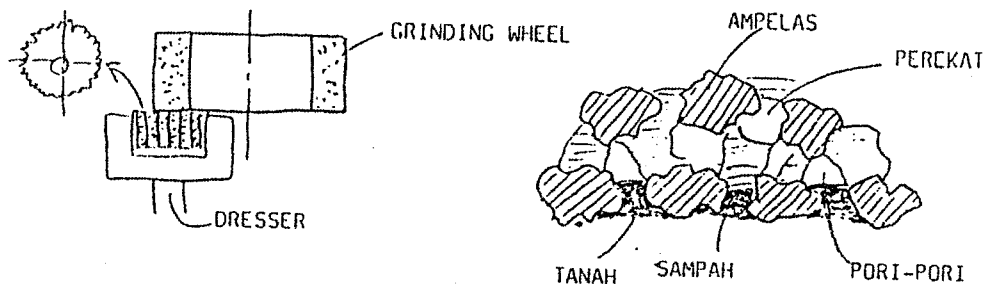


Gambar 17. Penyuguhan pada piringan gerinda

7). Penyegaran (*dressing*)

Dressing merupakan satu pekerjaan penting dalam pengasahan ulang tepi tajam pisau. Mengapa *dressing* perlu dilakukan?

- a. Untuk memperbaiki hasil penajaman piringan gerinda melalui penggosokan permukaan piringan gerinda yang telah dipenuhi kotoran tanah, jika permukaan piringan gerinda padat dan rapat serta bebas dari sisa kotoran maka kegosongan pada tepi pisau akan terhindar.



Gambar 18. Teknik cara *dressing* piringan batu gerinda

- b. Untuk penggerindaan satu lembar pisau kayu lapis umumnya memerlukan *dressing* 3 sampai 5 kali (tergantung kekerasan piring gerinda).

Banyaknya ulangan *dressing* tergantung dengan kekerasan grinding wheel.

Penyegaran pisau

Bila kecepatan roda gerinda terlalu tinggi: i) tepi bilah pisau akan terbakar, ii) roda gerinda akan cepat pecah. Bila kecepatan gerinda terlalu rendah: i) tepi bilah pisau akan kasar, ii) pemakaian gerinda menjadi tinggi. *Dressing* dapat juga dilakukan dengan menggunakan batu asah.

Bersihkan *grinding burr* dari bilah pisau agar: 1) ketajaman pisau lebih baik, 2) kerusakan atau pecah ditepi bilah pisau menjadi sedikit, 3) pisau menjadi lebih awet, 4) lembar veneer yang dihasilkan bermutu baik.

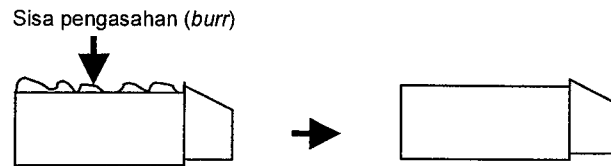
8). Penyentuhan kilat (*spark-out*)

Spark-out berarti menggerinda ulang dengan piringan gerinda tanpa penyentuhan (*in-feed*) sepenuhnya pada pisau untuk tujuan membuat pisau halus dan memudahkan pekerjaan pengasahan dengan asah tangan (*hand-honing*).

Pekerjaan *spark-out* yang baik adalah 3-5 kali pergi dan pulang serta mohon dicatat bahwa kegosongan tepi runcing pisau akan terjadi jika *spark-out* dikerjakan terlalu sering.

9). Pekerjaan meruncingkan tepi runcing pisau dengan cara asah tangan (*hand honing*)

Tujuan pekerjaan dengan asah tangan (*hand honing*) adalah untuk menghilangkan sisa-sisa penggerindaan seperti kerikil/koral kecil yang terdapat pada tepi runcing pisau setelah penggerindaan dengan mesin gerinda dan membuat tepi runcing pisau tajam serta kuat.



Gambar 19. Contoh perbedaan pisau penuh burr dan licin bersih dari burr setelah di-honing

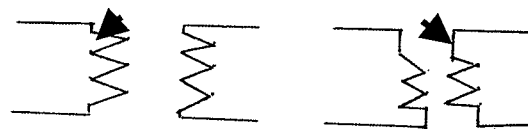
- Jika pekerjaan hand honing sempurna:
 - ✓ Ketajaman pisau akan benar-benar baik.
 - ✓ Kemungkinan retak rambut dan sisa hasil penggerindaan pada tepi pisau kecil.
 - ✓ Daya tahan pisau lebih lama.
 - ✓ Kualitas yang baik dari kayu gergajian terutama untuk kayu lapis (*veneer*) akan tercapai.
- Jika pekerjaan hand honing tidak sempurna:
 - ✓ Ketajaman pisau kurang baik (tumpul bentuknya).
 - ✓ Tepi runcing pisau mudah retak rambut dan juga cepat aus sehingga tidak terpakai.
 - ✓ Daya tahan pisau lebih pendek.
 - ✓ Kualitas produksi hasil gergajian terutama veneer tidak baik.
 - ✓ Produktivitas tidak baik atau kurang produktif.

2.8 Finger joint (F/J)

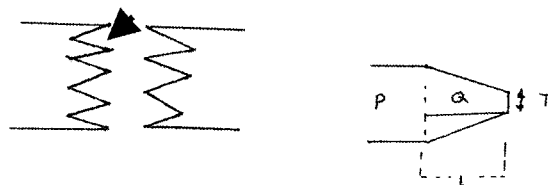
Ada beberapa hal yang harus diperhatikan pada proses Finger Joint (F/J) baik dari segi permesinan maupun input kayunya, seperti berikut ini:

- F/J machine: kecepatan (rpm) vertical (6.000 rpm) > kecepatan (rpm) horisontal (3.000 rpm),
- Tekanan udara (*air pressure*) sebesar 7 bar(kg/cm²),
- Permukaan hasil pemotongan dan garis dasar harus tegak lurus,
- Terdapat 2 (dua) tipe *Finger Joint*, adalah sebagai berikut:

Shoulder F/J



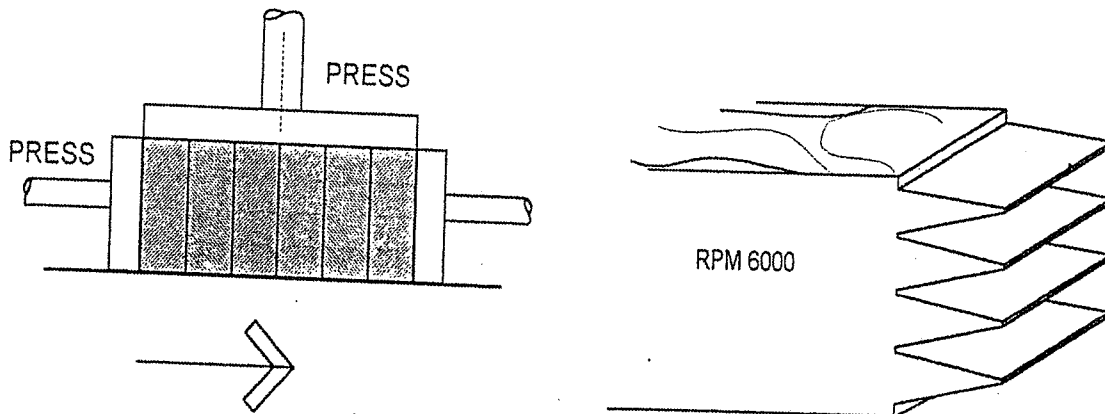
None shoulder F/J



Dimana: L = 10 12 mm, P = 3.7 – 4, Q = 7⁰, T = Finger tip, 1.0 mm

- *Two side pinhole: Slant pinhole dan Random pinhole*
- *Allowance finger joint pine hole 0,1 mm*
- *Finger Joint Lumber bengkok (bow) dan melintir (spring) karena sudut tenon tidak benar dan ukuran tenon tidak tepat*
- *Finger joint cutter:*
 - *Length 10-12 mm*
 - *Pitch 3.9-4 mm*
 - *Angle of inclination 9°*
 - *Finger tip thickness 1.0mm*
 - *Shoulder clearance*
 - *Hard wood 0.4-0.5 mm*
 - *Soft wood 0.8mm*
- *Finger joint assembling:*
 - *Assembling press 30 kg f/cm²*
 - *Pressing time 2-10 sec finger joint lumber should be free bow and spring finger joint gap < 0.4mm finger joint knife life time:*
 - ✓ Rubber wood 4 hour
 - ✓ Kapur 4 hour
 - ✓ Keruing 4 hour
 - ✓ Merbau 2 hour
 - ✓ Meranti 8 hour
- *Finger joint lumber harus bebas bengkok (bow) atau pelintir (spring)*
- *Umur pisau finger joint*

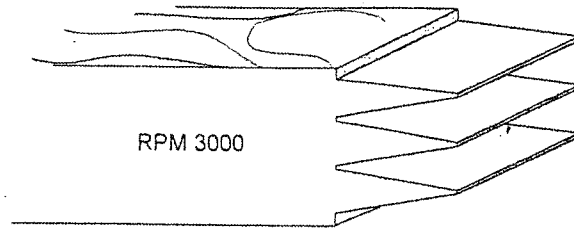
1). Tipe mesin dengan sistem conveyor



Gambar 20. Contoh tipe vertikal (conveyor system)

Contoh perbandingan produk mesin tipe vertikal:

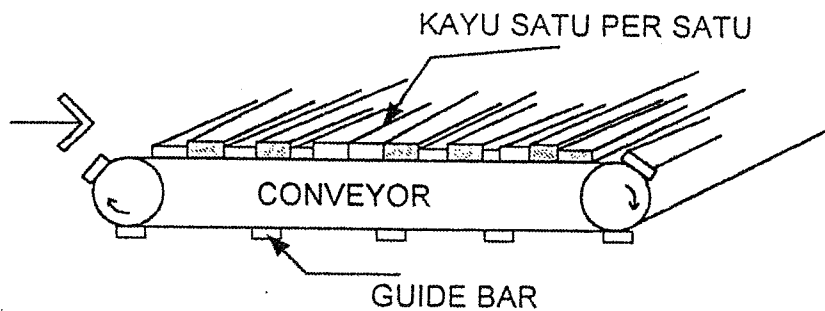
MESIN FINGER JOINT		FINGER CUTTER
Lokal	MIRATECH	2P.160 X 4 X 70 X (0.6 – 14 ⁰)
Jepang	TAIHEI	2P.160 X 4 X 70 X (0.6 – 14 ⁰)
	IIDA	2P.160 X 4 X 70 X (0.6 – 14 ⁰ 14 ¹)
Taiwan	CKM/HDC	Tergantung pitch (jarak mata), glue roller 3.7 / 4 ⁰
Eropah	GRECON	160 X 3.8 X
	DIMTER	250 X 3.8 X



Gambar 21. Contoh tipe horisontal (*conveyor system*)

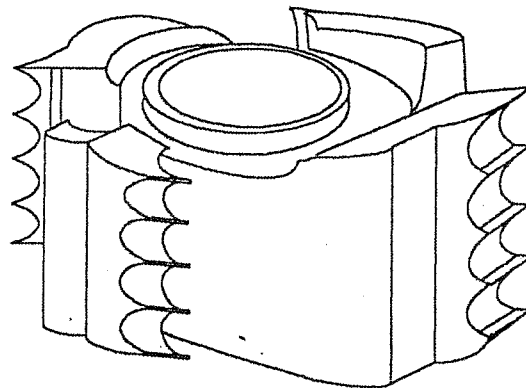
Contoh perbandingan produk mesin tipe horisontal:

MESIN FINGER JOINT		FINGER CUTTER
Jepang	KIKUKAWA	4P.210 X 4 X 70 X ($1^0 - 10^0$)
Jepang	KOBAYASI	4P.210 X 4 X 70 X ($0.6 - 14^0$)
	IIDA	2P.160 X 3.7 X 70 X ($0.6 - 14^0 14^1$)



Gambar 22. Contoh ,cara kerja pada *conveyor system*)

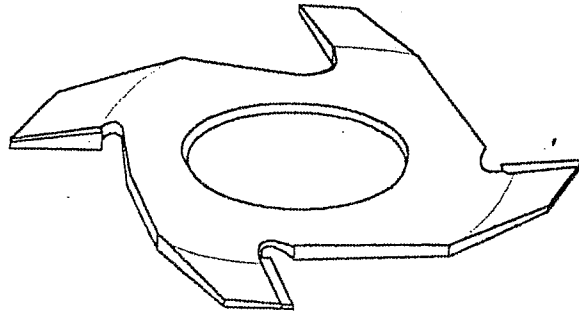
2). Tipe mesin dengan sistem *Cutter (finger)*



Keterangan:

- Mata rusak, habis/finished,
- Tinggi tertentu, tidak bisa di *adjust* (sesuai *cutter*),
- Setting lurus (*straight*), menjadikan kerja lebih berat,
- Pengasahan lebih mudah.

Gambar 23. Contoh ,*cutter spindle* tipe solid



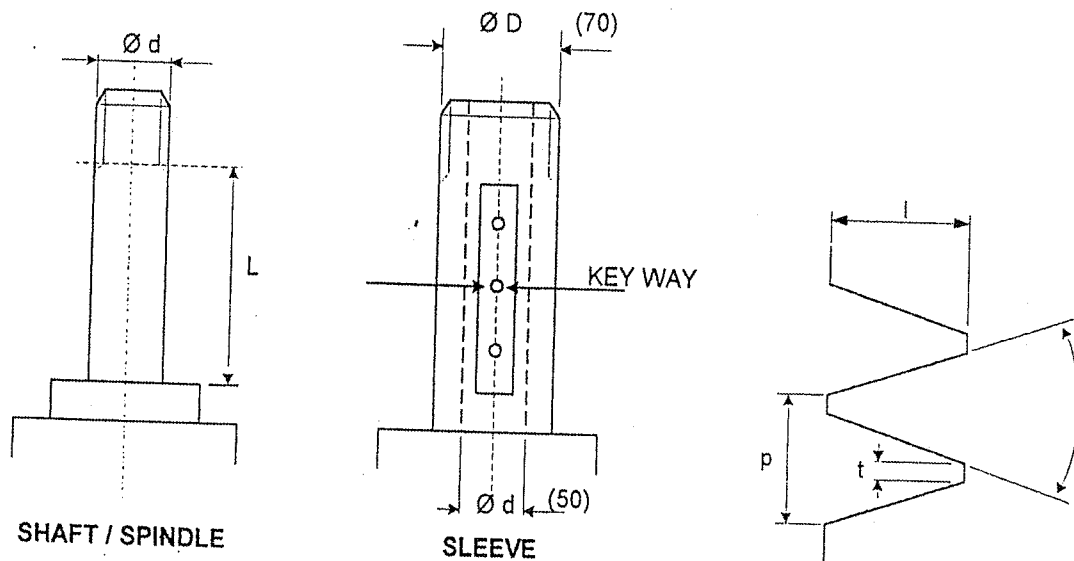
Keterangan:

- Mata rusak, ganti per piece
- Tinggi bisa di *adjust*, tinggal tambah *cutter*
- Bisa di set spiral/lurus, menjadikan kerja lebih ringan
- Pengasahan sedikit susah

Gambar 24. Contoh *cutter single spindle* tipe terpisah (*separate, piece by piece*) solid

3). Hal penting untuk *finger joint*

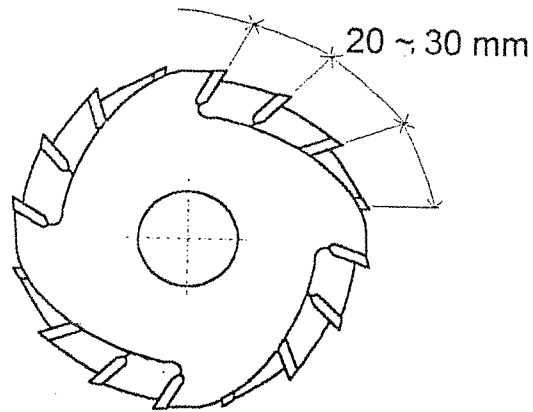
- ✓ Mesin yang digunakan (merek dan model),
- ✓ Jenis material yang dipotong (kayu lunak atau kayu keras),
- ✓ Ukuran tebal material dipotong dalam aplikasinya,
- ✓ Diameter *shaft/spindle* mesin, dengan atau tanpa *key way* dan ukurannya jika ada,
- ✓ Cutter tipis atau tebal (*finger cutter/side/edge cutter*),
- ✓ Bila *special order*, ukuran tersebut di bawah ini diperlukan (l, p. t).



Gambar 25. Contoh *spindle shaft* mesin *finger joint*

4). Hal penting cara setting

- ✓ Straight setting
- ✓ Spiral setting

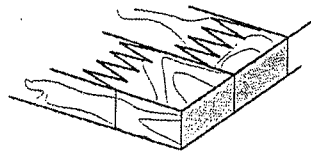


Gambar 26. Contoh cara setting jarak cutter pada spindle mesin finger joint

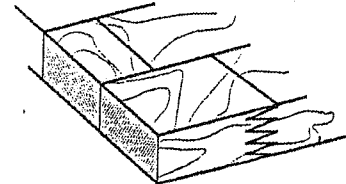
5). Metoda joint (diperlukan sleeve atau tidak)



a. Model



b. Finger on Top/Face (FOT/F)



c. Finger on Side (FOS)

Gambar 27. Beberapa model sambungan finger joint

SPESIFIKASI BATU ASAH

Bahan		Ukuran butiran		Tingkat Kekerasan		Susunan butiran		Jenis perekat	
A	Alum dum	8 – 30	Kasar	E – G	Sangat lunak	0 – 5	Rapat	V	Vitrified (kaca)
WA	White Alum dum	36, 46, 54, 60	Sedang	H, I, J, K	Lunak	6 – 9	Sedang	R	Resinoid (resin/dammar)
C	Carborum dum	70 – 220	Halus	L – O	Sedang	10 - 12	Jarang	S	Silicate (silikat)
GC	Green Carborum dum	240 -3000	Sangat halus	P – S	Keras			E	Elastic (karet)
D	Diamond (Intan)			T - Z	Sangat keras			M	Metal (logam)
								CM	Oxychloride

Contoh : **WA 36 I 6 V**

Artinya: Batu asah terbuat dari White Alum dum dengan ukuran dan susunan butiran sedang serta termasuk batu asah yang lunak berperekat bahan kaca.

2.9 Pelapisan (*laminating*)

1). Hal-hal yang perlu diperhatikan pada pelapisan (*laminating*)

- ✓ Jenis perekat (*kind of resin*)
- ✓ Bahan untuk perlakuan (*treatment material*)
- ✓ Perbandingan campuran (*mix proportion*)
- ✓ Volume/Isi campuran (*mix volume*)
- ✓ Volume/Isi penyemprotan (*spread volume*)
- ✓ Waktu perakitan (*assembling time*)
- ✓ Lama penekanan dan besar tekanan (*pressing time and pressure*)
- ✓ Lama pelaksanaan (*aging time*)
- ✓ Kepekatan (*viscosity*)
- ✓ Uji pelapisan (*delaminating test*)

2). Perekat Kayu (*wood adhesive*)

- ✓ Alami : Gelatin
Casein

- ✓ Sintetis : Thermosetting : Urea formaldehyde (UF)
Melamine formaldehyde (MF)
Phenol formaldehyde (PF)
Phenol Resorcinol formaldehyde (PRF)

- Thermoplastic : Poly vinyl acetate (PVAc)
Catalyzed vinyl acetate / Ethylene (CVA)

3). Bahan perekat (*resin*)

- ✓ Waktu untuk mencapai daya rekat minimum 1 jam
- ✓ Waktu untuk mencapai daya rekat maksimum ½ jam s/d 5 hari
- ✓ Kekuatan rekat (*Bond strength*) 80 – 170 kg/cm²

4). *Hardener and resin ratio* dan lama pencampuran (*mixing time*)

- ✓ 15 bagian cross linker/hardener dan 100 bagian lem/resin dalam satuan berat
- ✓ Lama pencampuran (*mixing time*) 3 menit

5). Jumlah lem (*amount of resin*)

- ✓ Jumlah lem yang digunakan 180 – 200 gram/cm²
- ✓ Cara menghitung penggunaan lem (gunakan timbangan digital dengan tingkat ketelitian 0,01 gram dan kapasitas 3 kg)

$$\text{Jumlah lem (g/cm}^2\text{)} = \frac{\text{Berat bahan setelah kena lem (g)} - \text{Berat bahan awal (g)}}{\text{Luas kontak pada bahan (cm}^2\text{)}}$$

6). *Assembling time, pressing time, pressure, aging time*

- ✓ *Assembling time* 10 menit, suhu ruang 30 °C. Jika suhu ruangan lebih dari 30 °C *assembling time* dipercepat
- ✓ *Pressing time* 2 jam dengan suhu 30 °C tergantung jenis bahan (kayu), jika bahan porous maka *pressing time* lebih lama dan jika licin lebih cepat
- ✓ Tekanan (*pressing*) 5 – 15 kg/cm², untuk hardwood 10 – 15 kg/cm² dan softwood 5 – 10 kg/cm²
- ✓ *Aging time* 24 jam (paling baik 5 hari)

Contoh lama perakitan (assembling time) untuk plywood

Tebal (mm)	Tekanan (Kg/cm ²)	Lama proses (menit)	Suhu (°C)
5,2	9	2,14	115 +/- 5
9,0	9	5,15	115 +/- 5
12,0	9	7,00	115 +/- 5
15,0	9	8,45	115 +/- 5
18,0	9	10,30	115 +/- 5

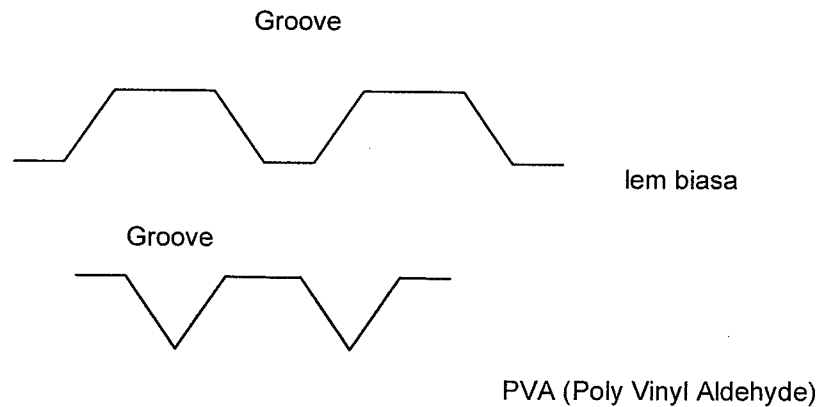
Catatan: Tekanan (pressure) 1 Mpa = 10,2 kg/cm²
 Cold press 25 kg/cm²
 Hot press 150 kg/cm²

7). Hal yang mempengaruhi kekuatan daya rekat lem

- ✓ Knife mark
- ✓ knot
- ✓ torn grain
- ✓ MC tinggi (basah)
- ✓ pre-joint lebih besar dari free allowance 0,4 – 0,8 mm

8). *Glue roller*

- ✓ Setting *spreader roller*, *glue-tray* atau *doctor roller* merupakan langkah penting untuk memperoleh hasil perekatan dengan pulasan lem yang seragam
- ✓ Bentuk *groove* (alur)



- ✓ *Glue Beads good*



Catatan:

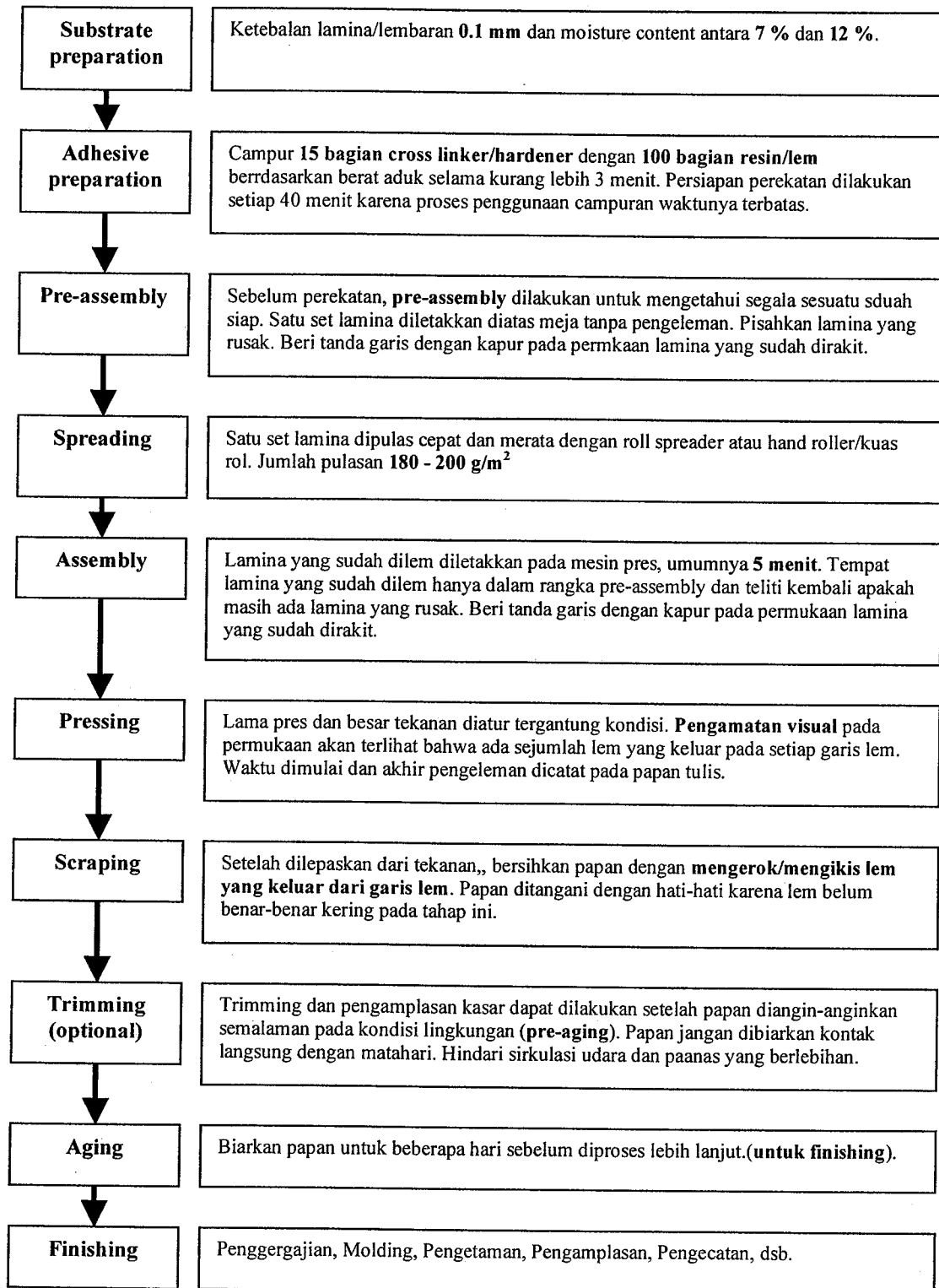
1. Penggunaan lem (application) tergantung digunakan untuk apa dan species kayu, MC kayu, ukuran, tekanan (cold press, hot press, radio frequency), JIS, JAS, DIS (standar Negara yang bersangkutan),
2. Hal yang perlu diperhatikan selama penggunaan *glue spreader* dengan *off line mode* adalah melindungi *adhesive head* dan *hardener head* kontak langsung dengan udara. Cara melindunginya adalah kedua ujung masing-masing head pada *cap block* ditutup dengan larutan yang berbeda. Gunakan *air* (water) untuk *adhesive head* dan gunakan *minyak mesin* (olie) untuk *hardener head*.

**PETUNJUK PEMECAHAN MASALAH
(TROUBLE SHOOTING GUIDE)**

KASUS SYMPTOM	PENYEBAB CAUSE	PENYELESAIAN REMEDY
Komposisi hardener kurang	<ul style="list-style-type: none"> • Pompa hardener terlalu pelan • Ada udara dalam selang • Lubang hardener agak tersumbat 	<ul style="list-style-type: none"> • Percepat pompa hardener • Keluarkan udara tersebut • Bersihkan lubang nozzle
Komposisi hardener terlalu tinggi	<ul style="list-style-type: none"> • Pompa hardener terlalu cepat • Lubang lem agak tersumbat 	<ul style="list-style-type: none"> • Kurangi kecepatan pompa • Bersihkan lubang nozzle
Lem dan hardener tidak tercampur dengan baik	<ul style="list-style-type: none"> • Mixer tidak berfungsi • Pengikat mixer longgar 	<ul style="list-style-type: none"> • Periksa motornya • Kencangkan bagian pengikat
Pompa hardener macet	<ul style="list-style-type: none"> • Selang hardener pecah • Lubang hardener tersumbat • Motor terbakar 	<ul style="list-style-type: none"> • Ganti selangnya • Bersihkan lubang nozzle • Ganti motornya
Terlihat garis terang	<ul style="list-style-type: none"> • Tekanan kurang • Open time terlalu panjang 	<ul style="list-style-type: none"> • Tambah tekanan • Kurangi open time
Lem terdapat hanya pada satu permukaan	<ul style="list-style-type: none"> • Sambungan kurang pas • Open time terlalu panjang • Lem kering lebih dahulu • Tekanan kurang 	<ul style="list-style-type: none"> • Perbaiki mutu sambungan • Kurangi open time • Periksa MC kayu atau percepat assembly time • Tambah tekanan
Terdapat warna biru-hitam pada kayu keras	<ul style="list-style-type: none"> • Terkontaminasi besi 	<ul style="list-style-type: none"> • Periksa mesin atau alat yang bersentuhan dengan lem apakah ada karat
Tebal, terlihat garis lem	<ul style="list-style-type: none"> • Sambungan jelek • Tekanan kurang • Waktu pengerjaan sebelum pres terlalu lama 	<ul style="list-style-type: none"> • Periksa kualitas sambungan • Tambah tekanan • Percepat waktu pengerjaan sebelum pengepresan
Pengapuran	<ul style="list-style-type: none"> • Lem, stok bahan baku dan lingkungan kerja terlalu dingin 	<ul style="list-style-type: none"> • Panasi lingkungan kerja pada 33 °C juga stok bahan baku dan lem

CONTOH

Petunjuk Teknis Laminasi Kayu



Catatan :

Kondisi diatas sebagai contoh untuk di Asia Tenggara. Diperlukan pengaturan tambahan tergantung species kayu, kondisi lingkungan, tipe peralatan, kandungan perekat, dsb.

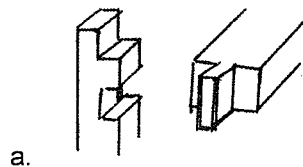
2.10 Pintu (door)

1). Wood Door Component Quality

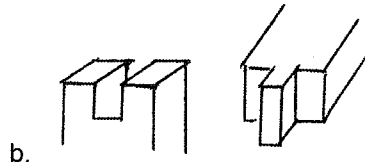
- ✓ Lurus (straight), rata (flat), ketebalan sama (equal thickness)
- ✓ Warna (color), corak kayu sesuai (wood grain matching)
- ✓ Siku (square) dan mulus (clear out)
- ✓ Keakuratan profil (profile accuracy)
- ✓ Tenon dengan chamfering, dowel dengan chamfering, embossed spiral grain, mortise dan tenon harus tepat dan baik
- ✓ Dowel dan keakuratan dowel hole
- ✓ MC kayu untuk pintu disarankan 10 – 14 %

2). Mortise dan Tenon

- ✓ Blind mortise dan stub tenon



- ✓ Through mortise dan stub tenon



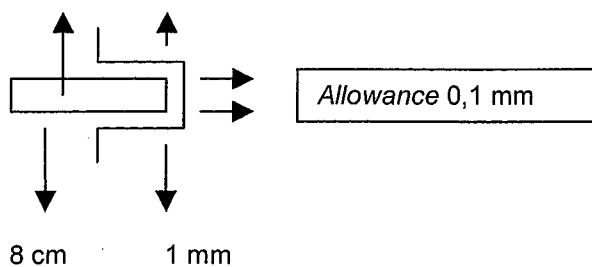
- ✓ Open through mortise dan stub tenon

3). Pemeriksaan pada perakitan pintu (*door assembly control*)

- ✓ Lama buka selama perakitan (open assembly time)
- ✓ Lama tutup selama perakitan (close assembly time)
- ✓ Lama penekanan (pressing time)
- ✓ Tekanan (pressure)
- ✓ Dimensi (panjang, lebar dan tinggi) dalam kondisi siku (squaring dimension)
- ✓ Bebas dari melintir dan cembung, cekung (free of twist and curve)

4). Syarat dowel / pasak

- MC dowel = 6 % MC kayu/produk (hole) = 8 – 12 %



- c. Pengisi (*Filler*)
- d. Pendingin (*Coolant*)
- e. Bahan tambahan (*Additive*)
- f. Bahan pengelupas (*Gloss material*)
- g. Pelumuran (*Stain*)
- h. Pengamplasan (*Sanding sealer*)
- i. Lapisan atas (*Top coating*)
- j. Tahap pengamplasan (*Grade sanding*)
- k. Cacat setelah pengecatan (*Paint defect*)
- l. Lapisan UV (*Ultra Violet coating*)

2). Contoh proses pengecatan

i) Proses *Timbermann* :

a) Proses *Wipping*:

Memakai Oven

- Aplikasi stain smoke/single smoke 25 gram/m²
- Aplikasi secara manual dengan lap kain
- Masuk oven speed 12 m/detik dengan suhu 50 – 60 °C
- Bisa langsung proses oil

Secara Manual / tanpa menggunakan oven

- Aplikasi stain smoke/single smoke 25 gram/m²
- Aplikasi stain secara manual dengan lap kain
- Conditioning stain minimum 3 jam dengan cara diletakkan di rak, *back* ketemu *face*.
- Setelah minimal 3 jam bias langsung siap oil

b) Proses Ultra Violet *Timbermann*:

- Primer UV CO 501 poles 20 – 25 gram/m², 1 roll, 3 lamp
- Sanding/Amplas # 320
- Top coating UV CO 506 poles 10 – 15 gram/m², 1 roll, 3 lamp
- Gloss 10 – 15 %

ii) Proses *Oil Propan*:

- a). Gramasi *wipping* lebih kurang 20 gram/m², manual dengan lap, untuk smoke oil/single smoke oak
- b). Dikeringkan pakai Ultra Violet lamp / oven
- c). Aplikasi sealer OF 6409.02, Dead matt 20 – 25 gram/m², dengan 1 roll, 3 UV lamp, speed 19 m/detik
- d). Amplas P 320
- e). Aplikasi Top Coat OF 6409.02, Dead matt 10 – 15 gram/m², dengan 1 roll, 3 UV lamp, speed 12 m/detik
- f). Gloss 10 – 15 %

iii) Proses *lacquer (Klumpp)*

- a). UV Primer water base, 178.000.00023, tidak pakai oven, 6 – 8 gram/m²
- b). Oven 50 OC – 60 OC, speed 10 – 12 m/menit, 8 – 10 gram/m²
- c). Sealer – I, 161.000.00303 (18 – 20 gram/m²), 1 roll, 1 UV lamp
- d). Sealer – II, 161.000.00303 (18 – 20 gram/m²), 1 roll, 1 UV lamp
- e). Manual bevel sealer
- f). sealer – III, 161.000.00303 (12 – 15 gram/m²), 1 roll, 2 UV lamp
- g). Sanding sealer (# 240)
- h). Top coat, 163.030.00107 (12 – 15 gram/m²), 2 roll, 3 UV lamp

3). Contoh perhitungan:

Coating weight gram / m²

1. Whipper Filler 0.24 kg
 PST warna 0.12 kg
 Thinner whipping (0.24 + 0.12) x 70 %

2. Sanding sealer 0.86 (x2)
 Hardener 0.43 kg
 Thinner 0.43 kg
 Warna 2.50 %

Total (0.86+0.43+0.43)

3. Amplas (2x)
 Top coating
 Semi gloss 0.68 kg
 Hardener 0.34 kg
 Thinner 0.34 kg
 Warna 2.50 %

Total (0.68+0.34+0.34) x 2.5 %

CONTOH: PRAKIRAAN KONSUMSI CAT (PAINTING CONSUMPTION ESTIMATION)





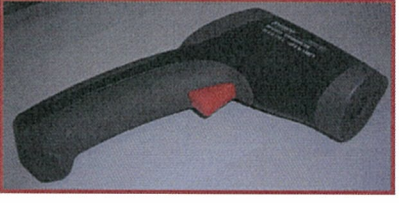
Painting process				Theoretical (kg/m ²)	
1.	Preparation	Sand paper no. 240			Mixing
2.	Sealer - 1	Polyulac No. 200 F-QD Sanding Sealer FTX			0.090
		Mixing ratio by weight	Polyulac No. 200 F-QD Sanding Sealer FTX	100	
			Polyulac No. 200 F-QD Hardener	50	
			Polyulac Retader Thinner	80	
		Coverage (kg/m ²)		230	
		Application method		0.09	
		Drying time		Spray 2 hours	
3.	Sanding	Sanding paper No. 320			
4.	Sealer - 2	Polyulac No. 200 F-QD Sanding sealer			
		Mixing ratio by weight	Polyulac No. 200 F-QD Sanding Sealer FTX	100	
			Polyulac No. 200 F-QD Hardener	50	
			Polyulac Retader Thinner	80	
		Coverage (kg/m ²)		230	
		Application method		0.09	
		Drying time		Spray 2 hours	
5.	Sanding	Sanding paper No. 320			
6.	Top coating	Polyulac No. 200 F-QD FTX G-20 %			
		Mixing ratio by weight	Polyulac No. 200 F-QD FTX G-20%	100	
			Base	50	
			Polyulac No. 200 F-QD Hardener	5	
			Stain C Brown	80	
			Polyulac Retader Thinner		
		Coverage (kg/m ²)		235	
		Application method		0.08	
		Drying time for packing		Spray Over night	
7.	Total coverage (kg/m ²)				0.260

Catatan:

Secara teoritis penggunaan cat 1 m³ tidak termasuk factor cat yang terbuang

ANNEX

ANNEX. BEBERAPA PERALATAN YANG DIPERLUKAN

PICTURES	NAMES	FUNCTIONS
	Anemometer	Mengukur kecepatan angin.
	1. Water Pass	Mengukur kerataan atau kesetimbangan permukaan.
	2. Caliper (Sigmat)	Mengukur ketebalan kayu atau kedalaman lubang/alur.
	1. Meteran Siku	Mengukur sudut kayu.
	2. Lup (kaca pembesar)	Memperbesar bahan yang akan dilihat.
	3. Protactor Angle	Mengukur sudut mata pisau.
	4. Ruler Stainless	Mengukur panjang bahan.
	Rubber Hardness Tester	Mengukur kekerasan roda (<i>roller</i>) karet.
	Laser Infrared Thermometer	Mengukur suhu benda secara <i>remote</i> /dari kejauhan.

PICTURES

NAMES

FUNCTIONS



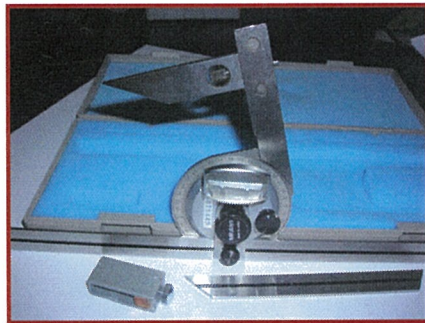
Micrometer Gauge

Mengukur ketebalan bahan atau plat (baja/besi dll) dengan skala 0,01 mm



MC (Moisture Content) Meter

Mengukur kadar/kandungan air dalam kayu



Digital Protractor

Mengukur sudut mata pisau



Dial Indicator + Magnetic Stand

Mengukur perubahan ketinggian atau penyimpangan suatu alat (pisau, saw blade dll)

PICTURES

NAMES

FUNCTIONS



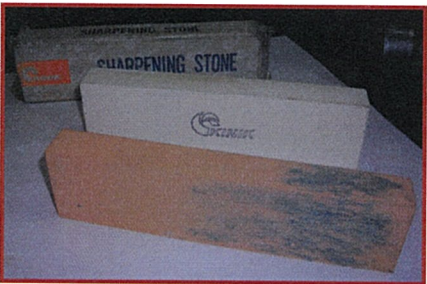
Tachometer

Mengukur kecepatan dan RPM putaran roda/roller.



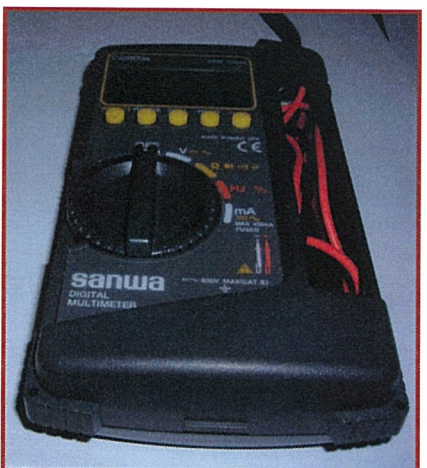
Vibration Meter

Mengukur getaran mesin atau kerusakan bearing.



Sharpening Stone

Menajamkan dan menghaluskan pisau



Digital Multitester

Mengukur satuan listrik (Ampere, Voltage, Watt, Resistor dll)



Grease (pelumas padat)

Pelumas untuk bearing (klaher) untuk putaran dengan kecepatan dan bersuhu tinggi.



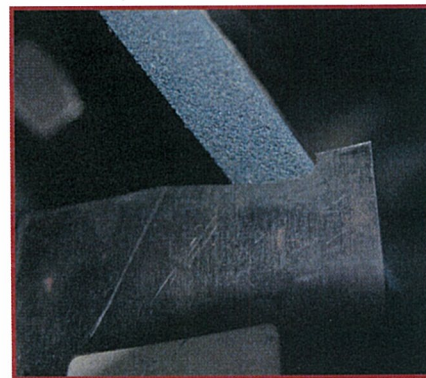
Meteran

Mengukur panjang bahan



Light Meter

Mengukur intensitas cahaya



Straight Edge Template

Mengukur kerataan bahan plat, gerinda dan sudut mata pisau.



Tempilstik

Mengukur suhu titik api pada saat pengelasan ($\pm 450^{\circ}\text{C}$)

oooOooo

DAFTAR PUSTAKA

Aktiebolag, Uddeholms. Uddeholm wood bandsaw blade manual. Booklet, Uddeholm Steel Research Centre.

Anonim, Peeling Technique and the Problems Solution, Toyo Technical Service Series II (Booklet), Jakarta, PT. Toyo Diptana Mas dan Toyo Knife Co., Ltd., 1994.

Anonim, Gergaji Kanefusa, Booklet (unpublished), Bekasi, Jawa Barat, PT. Kanefusa Indonesia.

Ed M. Wilson, Saws, Design, Selection, Operation and Maintenance. Miller Freeman, 1978.

oooOOooo

