

Studi Pengaruh Kondisi Penyetelan Nosebar pada Mesin Kupas terhadap Tekanan Kempa dan Kualitas Potong Venir

Study on the Influences of Nosebar Setting of a Peeler on the Compressive Forces and Cutting Quality of Veneer

Edi Suhaimi Bakar

Abstract

For good cutting quality all peeling machines are always equipped with a nosebar. Position of the nosebar over the knife –determined by the gap and lead– is adjusted until it forms the knife-nosebar's opening slightly smaller than the depth of cut. As the result, the compressive forces, which are important for controlling veneers' depth of lathe checks, thickness deviation and surface roughness are imposed on the wood. In cutting forces analysis of many veneer-cutting studies, researchers are only able to analyze the characteristic of forces act at the knife, but the characteristic of forces at the nosebar and the compressive forces on wood has never been revealed. In this study the characteristic of the forces acting at the knife (X_c , Y_c) and the nosebar (X_b , Y_b), as well as the compressive force imposed on the wood are studied and discussed. It is also discussed the tripartite relationships between the nosebar setting, the compressive force, and cutting quality.

Key words: nosebar, gap, lead, compressive forces, cutting quality.

Pendahuluan

Setiap mesin kupas veneer, demikian juga mesin sayat selalu dilengkapi dengan nosebar yang berfungsi untuk memberikan kempaan pada kayu yang dikupas. Posisi nosebar terhadap pisau harus disetel sedemikian rupa agar dapat dihasilkan kualitas potong veneer yang tinggi. Posisi tersebut dinyatakan sebagai *gap* dan *lead*. *Gap* adalah celah antara nosebar dan pisau tegak lurus terhadap arah potong, sementara *lead* adalah celah antara nosebar dan pisau sejajar dengan arah potong (Bakar 1995). Dikatakan bahwa penyetelan *gap* dan *lead* ini adalah pekerjaan sulit yang sangat menentukan yang harus dilakukan secara berulang (Bakar *et al.* 2001, Bakar dan Marchal 2001).

Penyetelan *gap* dan *lead* mesin kupas dikatakan optimum apabila dihasilkan veneer dengan parameter kualitas yang bagus, yaitu dengan retak kupas (*lathe checks*) minimal, tebal seragam, serta permukaan halus. Dari banyak penelitian diketahui bahwa kedalaman retak kupas (*depth of lathe checks*) sangat dipengaruhi oleh kondisi penyetelan nosebar (Bakar *et al.* 1993, Kobayashi *et al.* 1992 dan 1995). Dikatakan pula bahwa kedalaman retak kupas merupakan parameter kualitas utama pemotongan veneer (Bakar *et al.* 2001).

Disisi lain, keberadaan nosebar pada mesin kupas juga menimbulkan tekanan (*forces*), baik pada pisau maupun pada nosebar. Selanjutnya dengan force dari nosebar dihasilkan tekanan kempa (*compressive force*) pada kayu. Sejauh ini analisa *cutting force* pada pengupasan veneer hanya dilakukan berdasarkan karakteristik *force* yang terjadi pada pisau yang dibagi atas dua komponen: *parallel cutting force* (X_c) dan

normal cutting forces (Y_c) (Bakar *et al.* 2001, Koch 1964, Lin 1970). Seberapa besar *forces* yang terjadi pada nosebar dan seberapa besar tekanan kempa yang terjadi pada kayu dalam kondisi penyetelan *gap* dan *lead* tertentu belum pernah diketahui.

Selama ini untuk analisis *cutting force* para peneliti hanya mencari korelasi antara kondisi penyetelan *gap* dan *lead* dengan kualitas potong. Berdasarkan itu maka disimpulkan bahwa penyetelan *gap* dapat berkisar antara 80 ~ 90% dari tebal kupas dan *lead* sekitar 20% dari tebal kupas (Bakar *et al.* 2001). Diperkirakan bahwa kisaran ini adalah terlalu besar dan terlalu umum mengingat besarkecilnya tekanan kempa yang diperlukan sangat ditentukan oleh jenis/kerapatan kayu dan ketebalan kupas veneer yang setiap saat dapat berubah-ubah.

Besarnya kedalaman retak kupas veneer pada dasarnya ditentukan oleh tinggi rendahnya tekanan kempa yang diberikan oleh nosebar pada kayu (Koch 1964). Oleh karena itu maka analisis terhadap tekanan kempa nosebar sangat perlu dilakukan. Dengan mengetahui hubungan tekanan kempa dengan kondisi penyetelan *gap* dan *lead* disatu pihak, dan dengan parameter kualitas potong, khususnya kedalaman retak kupas dipihak lain maka dapat ditentukan kondisi penyetelan *gap* dan *lead* untuk berbagai jenis/kerapatan kayu dan berbagai ketebalan kupas dengan lebih akurat.

Oleh karena itu tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan antara kondisi penyetelan nosebar dengan tingkat kempaan dan hubungan tingkat kempaan dengan parameter kualitas potong veneer, khususnya kedalaman retak kupas.

Bahan dan Metode

Alat Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Ecole Nationale Supérieure d'Arts et Métiers (ENSAM), Cluny, Perancis menggunakan mesin kupas khusus, *Microlathe* (Butaud 1995). Mesin ini dapat disesuaikan untuk menghasilkan kempa *rigid* maupun *elastic* sesuai dengan keinginan. Pisau dan nosebar terpasang pada dua ring berbeda yang membentuk sistem *piezoelectric* yang bergerak pada sebuah *carriage*. Karena itu mesin mampu mengukur tekanan pada pisau (*cutting force Xc, Yc*) dan tekanan pada nosebar (*compression force Xb, Yb*) pada saat

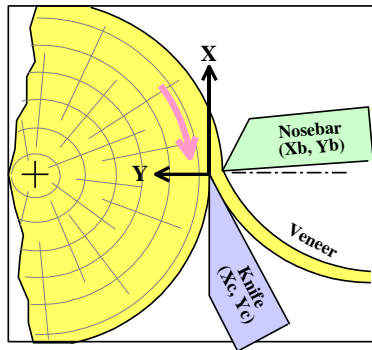


Figure 1. Forces components at the knife (X_c, Y_c) and the nosebar (X_b, Y_b).

bersamaan. Akibatnya dapat dilakukan perbandingan antara sistem kempa *elastic* dan sistem kempa *rigid*

pada basis tekanan kempa Y_b yang sama yang selama ini belum pernah dapat dilakukan (Gambar 1).

Bahan Penelitian

Sejumlah *disk* dari jenis Beech (*Fagus sylvatica*, L) setebal 25 mm berdiameter 30 ~ 36 cm digunakan sebagai bahan uji. Jenis ini (Berat Jenis, BJ = 0.74) sengaja dipilih karena memiliki struktur kayu yang homogen sehingga sangat ideal digunakan untuk sebuah penelitian. Sebelum dikupas, semua contoh uji direndam dalam air dalam jangka waktu 6 bulan agar diperoleh sifat visco-elastisitas kayu yang lebih tinggi dan seragam.

Metode

Pengupasan dilakukan dalam berbagai arah kempa (E) dan tingkat kempa. Tingkat kempa diubah dengan menyatel *lead* berkisar 13 ~ 23% dan *gap* antara 80 ~ 100%. Seluruh pengupasan dilakukan dengan ketebalan (d) 3.0 mm, sudut bebas pisau (α) 0° , sudut pisau (β) 20° , sudut bebas nosebar (α_b) 15° dan kecepatan pengumpanan 500 mm/detik. Kondisi pemotongan secara keseluruhan disajikan pada Tabel 1.

Dari setiap kondisi pemotongan, masing-masing dengan 6 kali ulangan, lalu dianalisa kempa nosebar (*compression force, Yb*), kedalaman retak (*check depth*), dan variasi tebal venir (*thickness variation*). Metoda pengukuran untuk masing-masing parameter ini disajikan secara lengkap dalam Bakar (2001a,b).

Table 1. Cutting conditions of veneer cutting.

Parameters	Conditions
Nosebar's compressing angle, E^a	-5, 0, 5, 10, 12, 15 °
Lead ^{b)}	13, 18, 23 %
Gap ^{b)}	80, 85, 90, 100, >100 %
Clearance angle, α	0°
Sharpness angle, β	20°
Nosebar's clearance angle, α_b	15°
Cutting speed	500 mm/sec.
Depth of cut, d	3.0 mm
Note:	
a) E are measured as the angle between the nosebar's compressing direction and the cutting direction minus by 90° . Thus the $E= 0^\circ$ is indicating the perpendicular nosebar compression.	
b) Lead and Gap are measured as percentage of nosebar opening to the depth of cut d Gaps >100% or Ctr are representing a peeling without the nosebar.	

Hasil dan Pembahasan

Analisis Retak Kupas (*lathe checks*)

Gambar 2 menunjukkan bahwa kedalaman retak kupas (*depth of lathe checks*) tidak dipengaruhi oleh arah pengempaan E tapi dipengaruhi secara nyata oleh *gap* dan *lead*. Kedalaman retak kupas meningkat secara moderat dengan naiknya *lead* dan meningkat secara tajam dengan naiknya *gap*, menunjukkan bahwa penyetelan *gap* lebih sensitif dibanding *lead*. Hal ini dapat dimengerti mengingat kondisi *gap* menentukan besarnya tekanan nosebar secara langsung, sementara kondisi *lead* hanya menentukan posisi tekanan dari nosebar. Untuk perubahan *lead* dari 13% menjadi 23% pada kondisi *gap* 90% misalnya, kedalaman retak kupas akan meningkat dari 38% menjadi 49%. Sementara untuk perubahan *gap* dari 80% menjadi 100% pada kondisi *lead* 18% akan meningkatkan nilai kedalaman retak dari 27% menjadi 68%.

Dari uraian di atas terlihat bahwa retak kupas berkurang dengan meningkatnya kempaan nosebar atau berkurangnya *lead* dan *gap*. Lalu berapakah *lead* dan *gap* optimum untuk kondisi pada Gambar 2 tersebut? Tingkat kempaan yang tinggi memang dapat memperkecil retak, namun secara bersamaan terjadi kehilangan tebal veneir. Adakalanya kempaan yang berlebihan dapat menimbulkan permukaan kasar pada permukaan *tight-side* (permukaan veneir yang berada di sebelah pisau atau berseberangan dengan nosebar). Oleh karena itu penentuan *lead* dan *gap* optimum tidaklah dengan memilih retak minimum, tapi memilih retak yang *acceptable*. Dalam banyak penggunaan, retak yang *acceptable* adalah sampai dengan 30% (Bakar 1995). Pada Gambar 2, kombinasi 85-13, 85-18, dan 80-23 untuk *lead* dan *gap* menghasilkan retak kupas yang lebih kecil dari 30% sehingga dapat dipertimbangkan.

Dibandingkan dengan penelitian terdahulu terlihat bahwa dalam hal penyetelan *lead* dan E , proses pengupasan kalah sensitif dibanding proses penyayatan. Bila pada penelitian dengan mesin sayat diketahui bahwa penyetelan *lead* dan penyetelan E memberikan pengaruh

yang besar terhadap kedalaman retak kupas (Bakar 1995, Kobayashi *et al.* 1995), namun tidak pada proses pengupasan. Diperkirakan ini disebabkan karena pengaruh dari berbedanya posisi lintasan potong dan jari-jari kayu pada masing-masing proses. Pada proses pengupasan, lintasan potong berbentuk lengkung dengan posisi jari-jari tegak lurus terhadap lintasan potong, sehingga mengurangi pengaruh penyetelan *lead* terhadap kedalaman retak.

Analisis Cutting Force

Sebagaimana telah disebutkan bahwa sistem ini memungkinkan diukurnya tenaga (*force*) yang terjadi pada pisau (X_c, Y_c) maupun pada nosebar (X_b, Y_b). Hasil pengukuran tersebut disajikan pada Gambar 3 dan 4. Pada Gambar 3 hanya disajikan nilai *force* pada kondisi *lead* 18%, dan pada Gambar 4 hanya disajikan nilai *force* pada kondisi $E 10^\circ$.

Data pada Gambar 3 menunjukkan bahwa masing-masing komponen *force* tidak dipengaruhi oleh penyetelan E , tapi dipengaruhi secara nyata oleh penyetelan *gap* dan *lead*. Nilai semua komponen *force* menurun dengan tajam dengan meningkatnya *gap*, dan menurun dengan moderat dengan naiknya *lead* (terlihat dalam Gambar 4). Lemahnya pengaruh penyetelan E terhadap *force* ini juga terlihat pada proses penyayatan (Bakar 1995, Kobayashi *et al.* 1995).

Bila diperhatikan masing-masing komponen *force* dari segi pola terlihat bahwa X_c sama dengan Y_c , sementara X_b sama dengan Y_b . Dari segi nilai, terlihat bahwa X_c, Y_c dan X_b sebanding satu sama lain, namun lebih kecil dari Y_b . Dalam hal ini nilai Y_b tiga kali lebih besar. Bahwa nilai X_c dan Y_c sebanding dan sepola satu sama lain sudah diketahui sejak lama. Tapi perlu dibahas mengapa nilai Y_b sangat besar, dan Y_c lebih kecil.

Nilai Y_b merupakan tekanan langsung yang diberikan oleh nosebar terhadap *workpiece*. Sesuai dengan hukum aksi-reaksi, nilai tekanan yang diberikan adalah sama dengan nilai reaksi yang diterima. Tetapi terhadap pisau (Y_c) tidak berlaku hukum aksi-reaksi demikian, karena sebelum sampai ke pisau tekanan Y_b

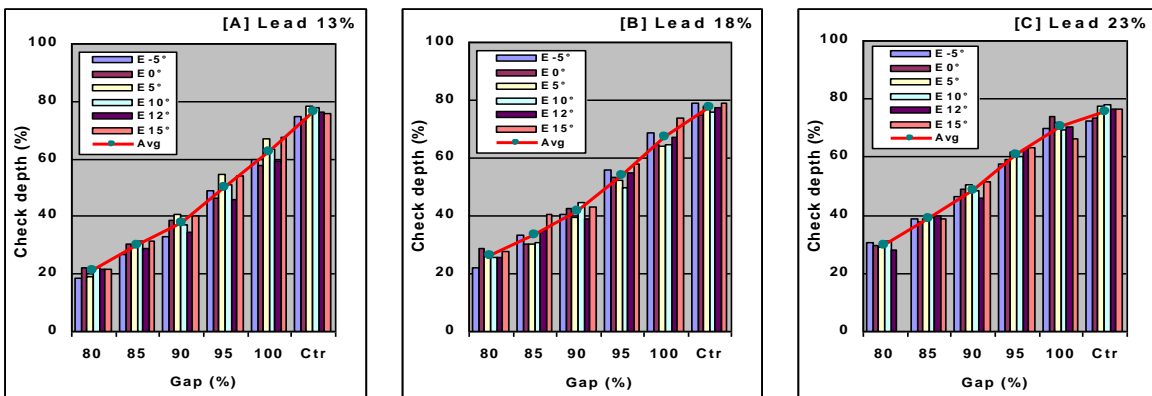


Figure 2. Influences of nosebar's pressing direction, gap and lead on the depth of the lathe checks.

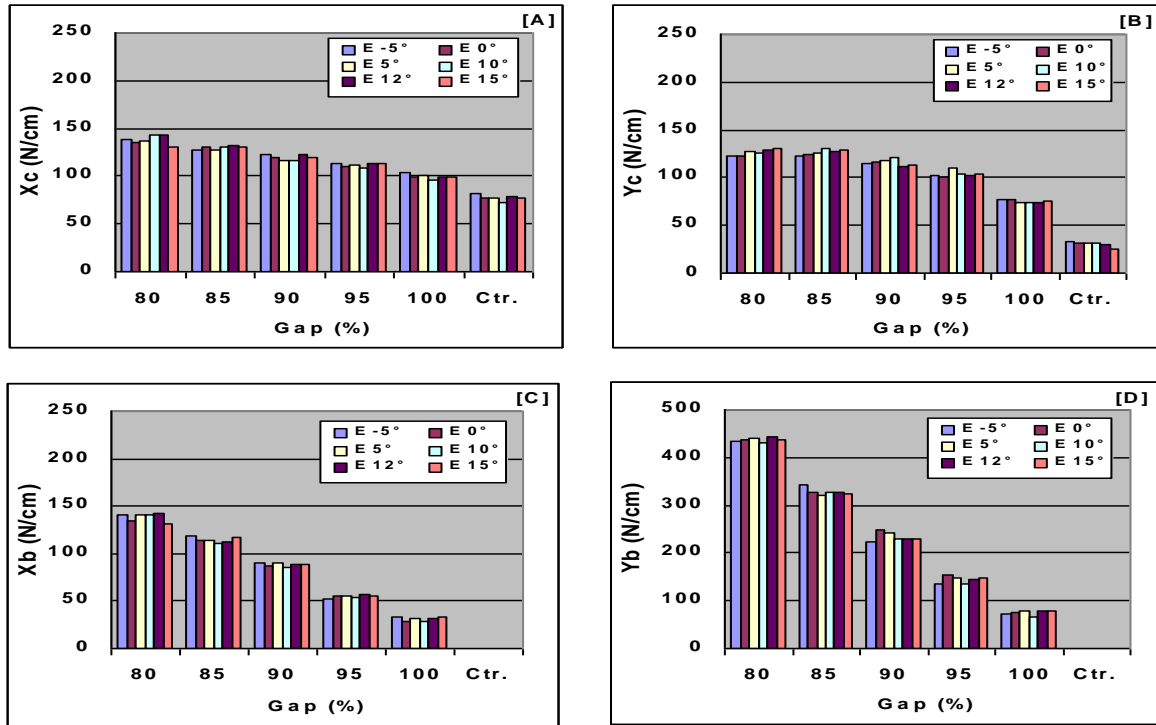


Figure 3. Influences of nosebar's pressing direction, gap and lead on the cutting forces components (X_c, Y_c, X_b dan Y_b) at the lead of 18%.

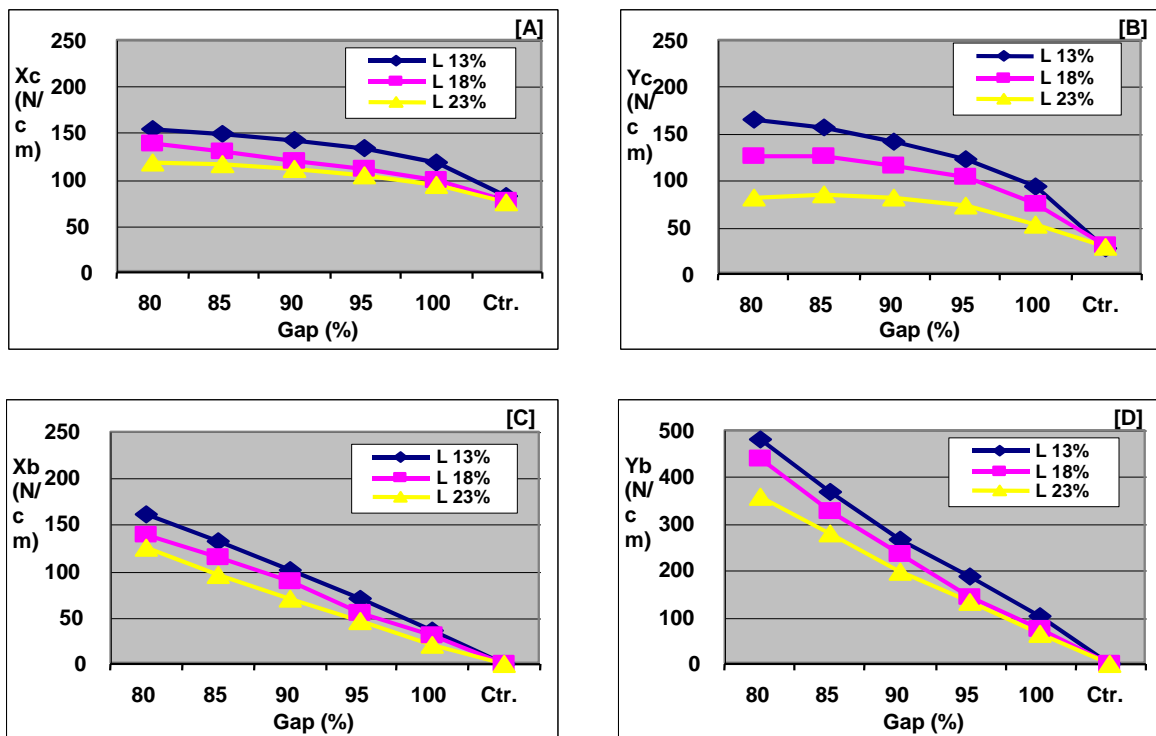


Figure 4. Influences of gap and lead on the components of cutting forces.

yang diberikan oleh nosebar terlebih dahulu diserap oleh porsi kayu yang terletak antara pisau dan nosebar (setebal d) sehingga nilai Y_c menjadi lebih kecil. Disamping itu tekanan Y_c yang terbaca pada pisau menjadi tambah kecil mengingat pisau mendapat reaksi balik dari porsi kayu yang berada di bawah lintasan potong (*mother wood*) yang berperan sebagai bantalan. Dalam hal ini pisau seolah-olah mendapat tekanan dari dua arah berlawanan, dan karena mendapat tekanan dari dua arah tersebut pisau berada dalam posisi stabil dengan tekanan (*normal force*) yang relatif kecil. Akibatnya pisau dapat memotong dengan lintasan potong konstan sehingga konsistensi tebal venir dapat terjaga.

Tekanan Y_b yang diberikan oleh nosebar pada dasarnya adalah sama dengan kempaan yang diterima oleh kayu yang sedang dikupas. Oleh karena itu Y_b sebenarnya adalah kempaan langsung (*direct compressive force*) yang diterima oleh kayu. Bila analisis *cutting force* pada *veneer cutting* selama ini hanya didasarkan pada *force* yang terjadi pada pisau (X_c , Y_c), maka sekarang terbuka jalan bagi dilakukannya analisa yang lebih akurat, yaitu berdasarkan tingkat kempaan langsung (Y_b) yang dialami oleh *workpiece*. Analisis *cutting force* berdasarkan Y_b akan lebih akurat dibanding berdasarkan X_c dan Y_c , mengingat tinggi-rendahnya cacat venir (misal retak kupasan) ditentukan oleh tinggi rendahnya tingkat kempaan nosebar, bukan oleh *force* yang diterima oleh pisau. Jadi analisis *force* berdasarkan Y_b ini merupakan suatu terobosan sehingga dapat diketahui berapa tingkat kempaan yang sebenarnya terjadi saat pengupasan berlangsung. Bahkan terbuka kemungkinan untuk memperbandingkan antara sistem kempaan *rigid* dan *elastic* pada basis tekanan Y_b yang sama.

Bila diperhatikan pola keempat komponen *force* untuk berbagai kondisi penyetelan *lead* dan *gap* pada Gambar 4, terlihat bahwa *force* yang bekerja pada nosebar (X_b dan Y_b) bergerak dari 0, sementara *force* yang bekerja pada pisau (X_c dan Y_c) tidak. Hal ini dapat dijelaskan karena *force* X_c dan Y_c pada pisau lebih dipengaruhi oleh kayu, bahkan pada saat tekanan nosebar tidak ada sekalipun nilainya tetap ada. Karena *force* yang terjadi pada pisau tersebut sebenarnya menunjukkan berapa besar tekanan yang terjadi sebagai akibat proses pemotongan, maka X_c dan Y_c cenderung disebut sebagai *cutting force*. Sementara *force* X_b dan Y_b pada nosebar lebih dipengaruhi oleh kondisi *lead* dan *gap*. Berangkat dari kenyataan tersebut maka dengan sendirinya untuk penentuan kondisi penyetelan *lead* dan *gap* akan lebih akurat menggunakan analisis *compressive force* Y_b , sementara untuk melihat pengaruh berbagai jenis dan kondisi kayu terhadap energi pemotongan akan lebih akurat menggunakan analisis *cutting force* X_c dan Y_c .

Jika penyetelan yang umum dipakai di lapangan adalah 80 ~ 90% untuk *gap* dan sekitar 20% untuk *lead*,

maka dalam kondisi demikian sebenarnya terjadi tekanan sebesar 200 ~ 300 N/cm. Tekanan sebesar itulah yang dibebankan pada *workpiece* sehingga retak kupas dapat dikontrol. Ini merupakan tekanan atau energi yang sangat besar (bila panjang *blade* 200 cm maka total tekanan menjadi 2 ~ 3 ton) sehingga menimbulkan gesekan dan kehilangan tebal venir yang cukup besar. Selanjutnya gesekan yang besar akan berakibat diperlukannya tenaga *spindle* yang besar, sementara kehilangan tebal venir akan mempengaruhi rendemen. *Spindle* adalah poros putar yang menyalurkan tenaga sehingga log kupas dapat berputar dan terpotong jadi venir. Oleh karena itu dalam penentuan kondisi penyetelan *lead* dan *gap* yang optimum harus diupayakan *force* terkecil (sehingga *cost* jadi minimum) yang menghasilkan retak kupas yang *acceptable* sehingga kualitas dapat memenuhi syarat.

Lalu bagaimana kaitan antara *force* yang harus diberikan dengan ketebalan kupas d ? Hal ini dibahas dalam tulisan terpisah. Namun prinsip penentuan *lead* dan *gap* optimumnya tetap sama, yaitu menentukan Y_b *force* terkecil yang dapat menghasilkan retak kupas yang *acceptable*. Dari penelitian terdahulu (Bakar 1995, Bakar *et al.* 2001), diketahui bahwa semakin kecil d maka semakin sedikit kendala atau deformasi yang dihadapi dalam pengupasan sehingga retak yang dialami semakin sedikit. Oleh karena itu pengupasan tipis memerlukan Y_b yang lebih kecil dibanding pengupasan tebal. Sebagai contoh, untuk menghasilkan kedalaman retak kupas sebesar 30%, diperlukan Y_b sebesar 250 N/cm dan 200 N/cm masing-masing untuk ketebalan kupas 3.0 mm dan 2.0 mm. Tekanan Y_b sebesar 100 N/cm bahkan dapat menghasilkan retak kupas lebih kecil dari 25% untuk ketebalan kupas 1.0 mm. Tekanan Y_b sebesar itu adalah setara dengan penyetelan *gap* sebesar 85% pada jenis Beech, tapi belum tentu sama untuk jenis kayu dengan BJ berbeda.

Analisis Variasi Tebal Venir

Data pengaruh penyetelan arah kempaan E , *lead* dan *gap* terhadap variasi tebal venir disajikan pada Gambar 5. Seperti pada penelitian-penelitian sebelumnya pada pengupasan dengan jenis kayu berbeda (Bakar 1995, Bakar *et al.* 2001), maupun pada penyayatan dengan jenis berbeda (Bakar 1995, Bakar *et al.* 1993, Kobayashi *et al.* 1992 dan 1995) terlihat bahwa kondisi penyetelan E , *lead* dan *gap* tidak mempengaruhi nilai variasi ketebalan venir secara nyata. Namun pada kondisi *gap* yang terlalu besar, atau tekanan kempa terlalu kecil, yaitu pada *gap* 95% atau lebih besar, terlihat adanya peningkatan variasi ketebalan venir.

Hal di atas menunjukkan bahwa pada *gap* yang terlalu besar, nosebar tidak cukup kuat mengempa kayu sehingga fungsinya untuk menjaga konsistensi tebal kupasan tidak tercapai (Bakar 1995). Bila dengan *gap* besar memang dihasilkan *force* yang kecil, namun

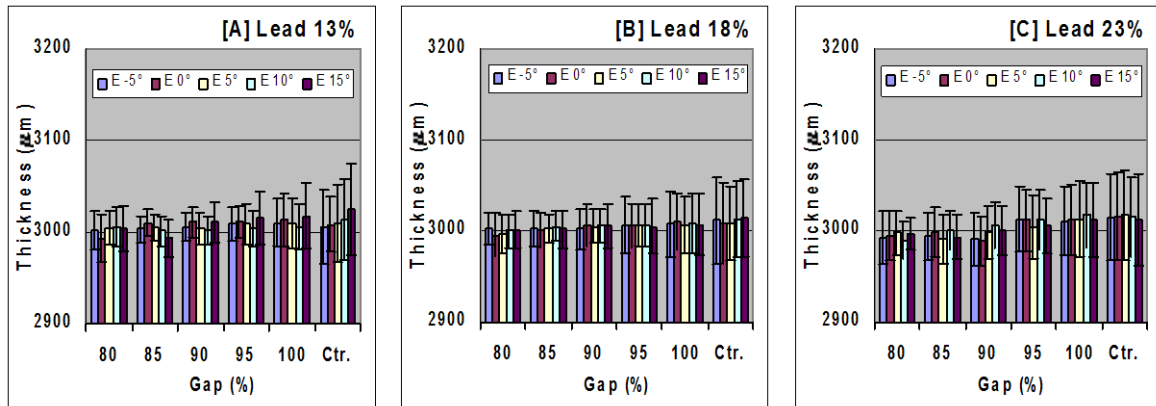


Figure 5. Influences of nosebar's pressing direction, gap and lead on the thickness variation of veneer.

pengorbanan kualitas yang terjadi, yaitu variasi tebal veneer, lebih besar dari manfaat yang diperoleh. Lutz (1978) membuat kriteria variasi tebal veneer yang dapat diterima, yaitu 3% untuk tebal kupasan 3.2 mm dan 7% untuk tebal kupasan 1.0 mm.

Berdasarkan ketiga analisis di atas selanjutnya dapat dirangkum bahwa penyetulan dengan tekanan kempa terlalu rendah akan memberikan efek negatif bagi kedalaman retak kupas dan variasi tebal veneer, dan memberi efek positif bagi parameter forces. Sebaliknya penyetulan dengan tekanan kempa tinggi memberikan efek negatif pada parameter force dan efek positif pada parameter retak kupas dan variasi tebal veneer. Berdasarkan data-data yang ada maka kondisi gap sebesar 85% dengan lead 18% dapat dipertimbangkan sebagai kondisi optimum untuk pengupasan jenis Beech setebal 3.0 mm. Pada kondisi ini dihasilkan veneer dengan retak kupas sekitar 30%, variasi tebal lebih kecil dari 3%, dengan compressive force 250 N/cm.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- Kondisi penyetulan arah kempaan nosebar E tidak mempengaruhi parameter force, retak kupas dan variasi tebal veneer, namun penyetulan lead dan gap mempengaruhi secara nyata parameter kedalaman retak kupas, dimana pengaruh gap lebih besar dibanding pengaruh lead.
- Kempaan nosebar (nosebar compressive force, Y_b), nilainya tiga kali lebih besar dari X_c , Y_c , dan X_b , dapat dijadikan sebagai dasar penentuan penyetulan lead dan gap yang lebih akurat.
- Penyetelan dengan compressive force yang besar dapat meminimumkan retak kupas, namun berakibat pada besarnya gesekan, adanya kehilangan tebal veneer, dan kasarnya permukaan tight side. Sementara penyetulan dengan

compressive force rendah dapat mengurangi gesekan dan kehilangan tebal veneer, namun berakibat pada dalamnya retak kupas.

- Untuk pengupasan kayu Beech setebal 3.0 mm, kondisi penyetulan pada gap 85% dan lead 18% dapat dipertimbangkan. Dalam kondisi ini dihasilkan compressive force sebesar 250 N/cm. Untuk keperluan dikembangkannya slanted-elastic pressure nosebar yang dapat melakukan penyetulan lead dan gap secara otomatis maka arah kempaan E dapat dipasang sejajar dengan bisectorline, yaitu $E 10^\circ$. Bisectorline adalah garis teoritis yang membagi sudut tolak belakang dari sudut potong menjadi dua sama besar.

Daftar Pustaka

- Bakar, E.S., J. Kobayashi, M. Nagai, H. Fukui. 1993. Veneer Cutting with a Floating Bar III: optimum horizontal opening in floating bar. Mokuzaishi 39(8): 897-902.
- Bakar, E.S. 1995. Veneer Cutting with a Floating Bar. Dissertation. Tokyo University of Agriculture. Japan.
- Bakar, E.S., R. Marchal, J.C. Butaud, R. Collet. 2001. Peeling Process: efficiency of a slanted-elastic pressure nosebar allowing automatic adjustments of the lead and the gap. Dipresentasikan pada The 15th IWMS, Los Angeles, USA.
- Bakar, E.S., R. Marchal. 2001. Slanted-Elastic Pressure Nosebar: The new pressure mechanism of a rotary lathe. Dipresentasikan pada The 4th International Wood Science Symposium, Serpong, Indonesia, 2-5 Sept. pp. 19-25.
- Butaud, J.C., C. Deces-Petit, R. Marchal. 1995. An Experimental Device for the Study of Wood Cutting Mechanisms: microlathe. Proceedings, 12th IWMS, pp. 479-485.

- Kobayashi, J., E.S. Bakar, M. Nagai, H. Fukui. 1992. Veneer Cutting with a Floating Bar II: floating bar swivels in a normal plane. *Mokuzai Gakkaishi* 38(6): 556-561.
- Kobayashi, J., E.S. Bakar, T. Tochigi, H. Fukui. 1995. Veneer Cutting with a Floating Bar V: a slanted-loading floating bar. *Mokuzai Gakkaishi* 41(10): 895-902.
- Koch, P. 1964. *Wood Machining Process*. Ronald Press Co. New York.
- Lin, C.C. 1970. *Fundamental Analysis of the Veneer Cutting Process*. Dissertation. University of California, Berkeley
- Lutz, J. 1978. *Wood Veneer: log selection, cutting, and drying*. Forest Service, US Department of Agriculture. Technical Bulletin No. 1577, 137 p.

Diterima tanggal 5 Nopember 2003

Edi Suhaimi Bakar
Jurusan Teknologi Hasil Hutan Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor
(*Dept. of Forest Products Technology, Faculty of Forestry, Bogor Agricultural University*)
Kampus IPB Darmaga, PO BOX 168, Bogor 16001
Tel. 0251-621285; 621677, Fax. 0251-621285; 621256
Email: edibakar@indo.net.id