

## AKUMULASI CUT-OFF PADA UKM MEBEL

**Toni Prahasto**

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Sudharto, SH., Tembalang-Semarang 50275, Telp. +62247460059

E-mail: [toni\\_prahasto@yahoo.com](mailto:toni_prahasto@yahoo.com)

### ABSTRACT

This article presents the generation and accumulation of cut-off waste in furniture small enterprises. The sequence of processes in observation is aimed at producing a simple wooden component, and consists of five machining processes. The dimension of the component has a bounding box of 3 cm by 17 cm by 81 cm. The average productivity of the machines is 120 pieces per shift. The rate of defected product and waste vary from one to other machines, all of which have less than 10% of waste. However, the observation reveals that the accumulation of defect almost reaches 30%; this by product has potential to be recycled to produce components with bounding boxes smaller than that mentioned above.

**Keywords:** cut-off, machining processes, wood

### 1. PENDAHULUAN

Dalam seperempat abad terakhir, issue krusial yang dihadapi pelaku manufaktur (manufacturers) adalah issue ekonomi yang lahir dari issue lingkungan. Beberapa diantaranya adalah biaya investasi untuk teknologi yang berhubungan dengan lingkungan, denda akibat perusakan lingkungan dan/atau ketidakpatuhan terhadap regulasi lingkungan, biaya yang ditimbulkan oleh jejak karbon, pengurusan energi tak terbarukan, sertifikasi gas karbondioksida, dan lain sebagainya. Di samping berbagai issue tersebut, keberadaan perusahaan (dan nilainya di pasar saham) juga sangat ditentukan oleh penilaian publik terhadap reputasi dan komitmen pelaku manufaktur terhadap kelestarian lingkungan.

Dengan realita ini, pendekatan keputusan strategis untuk tingkat waste dan penanganannya cenderung didasarkan pada dua issue besar, yaitu issue ekonomi dan issue lingkungan. Pendekatan untuk pengambilan keputusan strategis dilakukan dengan memadukan kepentingan ekonomi dan lingkungan secara simultan.

Kegiatan inti dalam setiap pabrik adalah proses manufaktur; untuk pabrik mebel, proses inti terdiri dari pemotongan gelondongan kayu menjadi bilah dengan ketebalan standard, pengeringan bilah, pemotongan bilah menjadi berukuran standard, pembuatan papan lebar dengan proses lem, pembuatan komponen, perakitan, dan surface finishing. Model proses yang digunakan sejak hampir dua ratus tahun terakhir adalah model proses ekonomi dimana input dari proses adalah bahan mentah, energi, dan tenaga kerja manusia (pegawai). Ketiga input ini berinteraksi satu sama lain dalam rangka mentransformasi bahan mentah menjadi produk final, dan dengan demikian menghasilkan nilai tambah yang akan menjadi sumber penghasilan dan keuntungan perusahaan. Interaksi ketiga input ini akan menghasilkan produk final, yang ditemani dengan scrap dan waste yang memboroskan biaya tanpa memberikan nilai tambah. Untuk industri mebel, scrap yang dihasilkan adalah produk cacat yang tidak memenuhi syarat untuk dijual. Waste yang dihasilkan dalam industri mebel adalah serpihan dan serbuk kayu yang dianggap tidak memberikan nilai tambah. Namun, sebagian dari waste adalah defect product dan cut-off yang memiliki ukuran relatif besar (bukan serbuk). Waste seperti ini dapat berfungsi sebagai bahan mentah untuk komponen lain asalkan ukurannya lebih kecil.

Artikel ini melaporkan data generasi dan penimbunan defect product dan cut-off dalam industri mebel skala kecil. Komponen yang diamati adalah komponen berukuran 3 cm × 17 cm × 81 cm. Pembuatan komponen ini memerlukan lima proses pemesinan, yaitu rough milling, tenon, mortise, vertikal drill, dan horizontal drill.

### 2. STUDI PUSTAKA

Sebastian [1] menawarkan permodelan yang berlaku untuk alat-alat yang umum digunakan dalam industri. Ia juga menawarkan berbagai parameter fisik yang dapat diberlakukan pada alat-alat tersebut. Penelitian ini akan mengadopsi model yang dikemukakan oleh Sebastian karena kesahihannya sudah diterima secara luas oleh para pengguna model tersebut.

Broemhead [2] melaporkan karakteristik generasi dan akumulasi waste di industri mebel di Inggris. Ia juga memberikan berbagai rekomendasi tentang direktif dan legislasi yang akan diberlakukan di Inggris dan berbagai negara maju di Eropa. Ia juga merekomendasikan usulan-usulan yang dapat dilakukan oleh pelaku manufaktur di industri mebel untuk mengubah waste menjadi asset.

Espinoza [5] melaporkan profil dan dampak pada harga sebagai akibat dari kebijakan penggunaan energi pada industri kayu keras di Amerika Serikat. Dalam kerangka pikir dalam artikel ini, energi diperlakukan sebagai resource yang juga menimbulkan sampah berupa emisi energi. Merujuk pada argumen yang dikemukakan oleh Sebastian [6] dan

rekomendasi dari Broemhead [2], kecenderungan yang terjadi mengindikasikan bahwa sampah material dan sampah energi panas akan menjadi salah satu penentu kesuksesan kompetitif para pelaku industri mebel.

Emplaincourt [4] melaporkan hasil assessment yang dilakukannya terhadap industri mebel kayu di Amerika Serikat. Serupa dengan Espinoza [5], fokus dari assessment adalah konservasi energi. Asumsinya adalah harga energi dan biaya emisi energi (seperti jejak karbon, efek rumah kaca, dan lain sebagainya) akan menjadi penentu hidup atau matinya industri mebel kayu. Assessment ini juga memberikan rekomendasi berbagai direktif untuk mengurangi emisi energi panas.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Aliran komponen dalam pabrik furniture terdiri dari aliran komponen yang mengalir melalui beberapa mesin perkakas yang disusun secara berurutan sesuai dengan pemrosesan yang dirancang untuk pembuatan komponen tersebut. Saat pengambilan data, pabrik furniture sedang dalam proses memenuhi pesanan ulangan yang merupakan produk utama dari pabrik tersebut. Ukuran *bounding box* komponen adalah 3 cm × 17 cm × 81 cm, dan ukuran bahan mentah untuk membuat komponen ini adalah *dried sawn timber* berukuran 3,5 cm × 18 cm × 85 cm. Produktivitas mesin rata-rata adalah 120 komponen per shift.

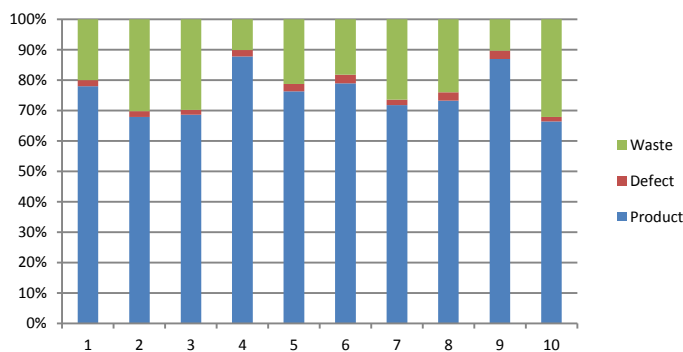
Tabel di bawah ini memperlihatkan urutan proses pemesinan yang dilakukan untuk membuat komponen tersebut.

**Tabel 1.** Proses pemesinan

No	Proses	Keterangan
1.	Milling	Memotong papan menjadi ukuran 3 cm × 17 cm × 81 cm. Waste dan defect dalam proses adalah 22% dan 3%, sehingga totalnya adalah 25%. Volume off-cut adalah 95% dari volume waste, dan sisanya adalah volume geram (serbuk kayu).
2.	Tenon	Membuat tenon (pasak) untuk sambungan. Waste dan defect dalam proses ini adalah 3% dan 3,5% dimana waste seluruhnya berupa geram.
3.	Mortise	Membuat lubang untuk sambungan. Waste dan defect dalam proses ini adalah 4% dan 3% dimana waste seluruhnya berupa geram.
4.	Vertical bore	Membuat lubang untuk dowel. Waste dan defect dalam proses ini adalah 3,9% dan 2,7%.
5.	Horizontal bore	Membuat lubang untuk dowel. Waste dan defect dalam proses ini adalah 3,8% dan 2,8%.

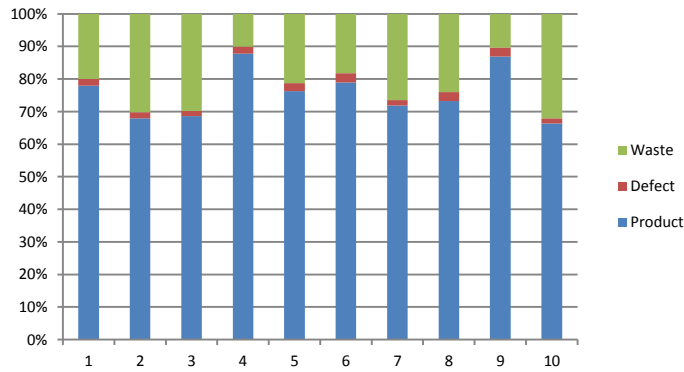
Sepuluh observasi dilakukan di proses pembuatan mebel di UKM di kota Semarang pada bulan Agustus dan September 2012. Observasi dilakukan di proses yang terjadi setelah bahan baku (kayu) diterima dari penggergajian kayu. Lima proses yang diamati dalam penelitian ini adalah milling, tenon router, mortise router, vertical bore dan horizontal bore. Namun demikian karena karakteristik dari UKM yang diteliti dan keterbatasan waktu dari penelitian ini, observasi yang dilakukan di masing-masing proses ini tidak dilakukan secara kontinyu dari urutan pemrosesan bahan baku yang sama. Keterbatasan sumber daya yang dimiliki oleh UKM tidak memungkinkan perusahaan ini melakukan pemrosesan secara berurutan dari satu mesin langsung beralih ke mesin berikutnya. Umumnya perusahaan-perusahaan ini menyelesaikan pekerjaan di satu mesin dahulu, setelah semuanya selesai baru dilanjutkan ke mesin berikutnya. Dari data yang diperoleh, dilakukan analisis deskriptif untuk masing-masing proses sebagai berikut:

1. Milling : Di proses milling, data menunjukkan bahwa dari 100% bahan baku kayu (0.640 m<sup>3</sup>) yang masuk ke proses ini, rata-rata sebanyak 75.6% (mean = 0.484 m<sup>3</sup>, stand dev=0.048 m<sup>3</sup>) menjadi produk yang dapat diteruskan ke proses berikutnya. Sisanya, rata-rata sebesar 2.2 % (mean= 0.142 m<sup>3</sup>, stand dev= 0.003 m<sup>3</sup>) dianggap produk atau *parts* defect dan rata-rata 22.2% (mean 0.014 m<sup>3</sup>, stand dev= 0.050 m<sup>3</sup>) menjadi *waste*. Bagan 1 memperlihatkan data ini.



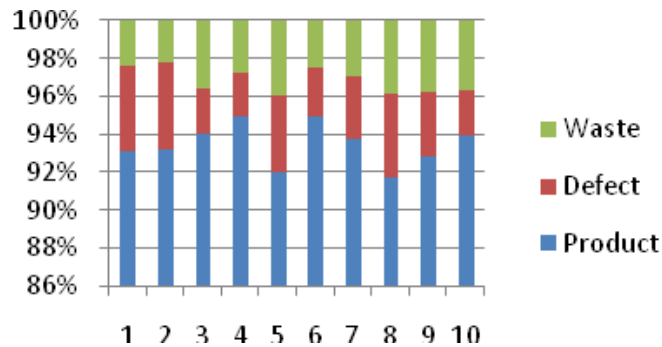
**Gambar 1.** Bagan Proses Rough Milling

2. Tenon Router : Data menunjukkan bahwa dari 100% produk setengah jadi kayu ( $0.47 \text{ m}^3$ ) hasil pemrosesan di milling yang masuk ke tenon router, rata-rata 93.4% (mean=  $0.439 \text{ m}^3$ , stand dev= $0.005 \text{ m}^3$ ) menjadi produk setengah jadi yang dapat dilanjutkan ke proses berikutnya. Sebanyak rata-rata 3.4% (mean=  $0.016 \text{ m}^3$ , stand dev=  $0.004 \text{ m}^3$ ) menjadi produk/part defect dan rata-rata 3.2% ( mean =  $0.015 \text{ m}^3$ , stand dev=  $0.011 \text{ m}^3$ ) menjadi waste. Bagan 2 memperlihatkan data ini.



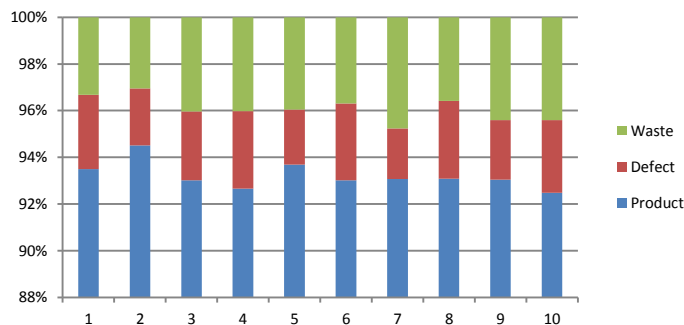
Gambar 2. Bagan Proses Tenon Router

3. Mortise Router : Data menunjukkan bahwa dari 100% ( $0.44 \text{ m}^3$ ) produk setengah jadi hasil pemrosesan di tenon router yang masuk ke mortise router, rata-rata 93.2% (mean=  $0.410 \text{ m}^3$ , stand dev= $0.003 \text{ m}^3$ ) menjadi produk setengah jadi yang dapat dilanjutkan ke proses berikutnya. Sisanya, sebanyak rata-rata 2.9% (mean=  $0.013 \text{ m}^3$ , stand dev=  $0.002 \text{ m}^3$ ) menjadi produk/part defect dan rata-rata 3.9% ( mean =  $0.017 \text{ m}^3$ , stand dev=  $0.002 \text{ m}^3$ ) menjadi waste. Bagan 3 memperlihatkan data ini.



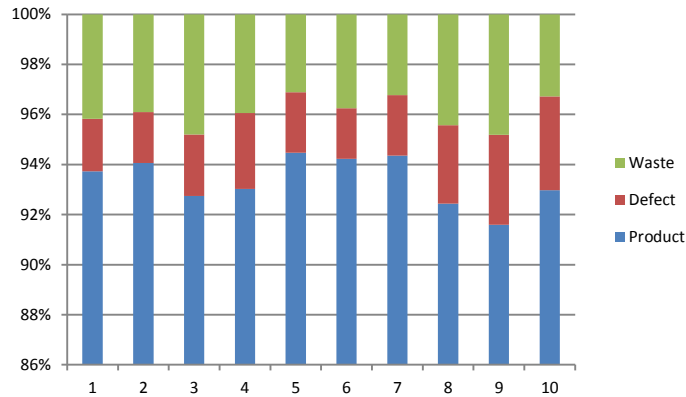
Gambar 3. Bagan Proses Mortise Router

4. Vertical Bore : Di proses vertical bore, data menunjukkan bahwa dari 100% ( $0.40 \text{ m}^3$ ) produk setengah jadi yang berasal dari proses mortise router, rata-rata sebanyak 93.4% (mean =  $0.373 \text{ m}^3$ , stand dev= $0.004 \text{ m}^3$ ) menjadi produk yang dapat diteruskan ke proses berikutnya. Sisanya, rata-rata sebesar 2.7% ( $0.011 \text{ m}^3$ ) dianggap produk/part defect dan rata-rata 3.9% ( mean =  $0.016 \text{ m}^3$ , stand dev=  $0.002 \text{ m}^3$ ) menjadi waste Bagan 4 memperlihatkan data ini.



Gambar 4. Bagan Proses Vertical Bore

5. Horizontal Bore :Proses di horizontal bore merupakan proses yang menggunakan mesin yang terakhir diobservasi dalam penelitian ini. Setelah melalui proses di horizontal bore, proses pembuatan mebel dilanjutkan dengan perakitan dan finishing. Data menunjukkan bahwa dari 100% (0.350 m<sup>3</sup>) barang setengah jadi yang diolah di proses horizontal bore, yang berasal dari proses sebelumnya, sebanyak rata-rata 94.4% (mean = 0.3273 m<sup>3</sup>, stand dev=0.003 m<sup>3</sup>) menjadi produk yang siap untuk dirakit dan masuk proses finishing. Sedangkan sebanyak rata-rata 2.8% (mean = 0.010 m<sup>3</sup>, stand dev=0.002 m<sup>3</sup>) dianggap produk/part defect dan rata-rata 3.8% (mean = 0.013 m<sup>3</sup>, stand dev=0.002 m<sup>3</sup>) termasuk waste.Bagan 5 memperlihatkan data ini.



Gambar 5. Bagan Proses Horizontal Bore

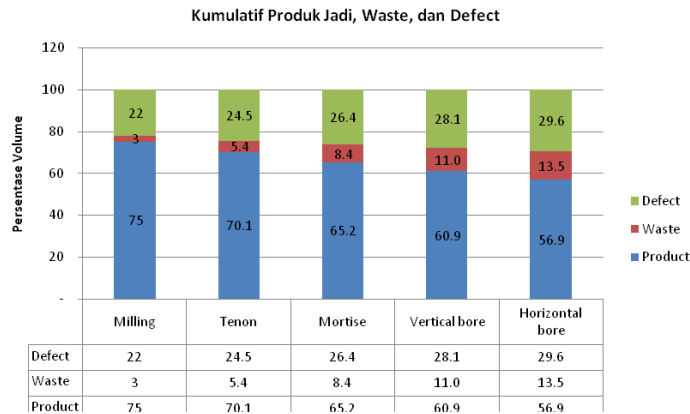
Data di atas menunjukkan bahwa proses di milling merupakan proses yang relatif tidak efisien dibandingkan dengan empat proses yang menggunakan mesin lainnya dalam pembuatan mebel di UKM di kota Semarang. Hal ini bisa dilihat dari tingkat waste di milling yang paling tinggi (rata-rata 22.2%). Sedangkan proses di tenon router merupakan proses yang relative paling efisien dengan tingkat waste rata-rata sebesar 3.2%. Sebaliknya, proses di tenon router ini dianggap sebagai proses yang relative tinggi dalam menimbulkan kerugian bagi perusahaan diukur dari paling tingginya produk/part defect ( rata-rata 3.4%) yang dihasilkan di proses ini dibandingkan ke empat proses lainnya.

Dilihat dari nilai kayu (dalam rupiah) yang digunakan dalam pembuatan mebel ini, kerugian yang ditimbulkan dari adanya waste (rata-rata 0.142 m<sup>3</sup>) di proses milling senilai Rp 2.130.000,00 (nilai ini mengacu pada harga kayu pada saat penelitian ini dilakukan yaitu rata-rata Rp 15.000.000,00 per m<sup>3</sup>). Untuk produk/part defect, idealnya, produk/part defect ini dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan produk lain yang nantinya dapat mengurangi kerugian perusahaan. Namun demikian, pada umumnya UKM memperlakukan produk/part defect ini sama seperti waste. Kalau ini yang terjadi, kerugian yang dinilai dari harga kayu yang terbuang dari produk/part defect di proses tenon router (yang dianggap terbanyak) senilai Rp 225.000,00.

Karena proses dilakukan berurutan, maka akumulasi waste dan defect harus dihitung untuk memperlihatkan fenomena yang terjadi dalam keseluruhan proses pembuatan komponen. Hasil akumulasi dari proses tenon (proses kedua) adalah sebagai berikut:

- Produk jadi adalah 93,% produk jadi pada proses tenon dikalikan dengan 75% pada proses sebelumnya (milling), sehingga persentase akumulatif produk jadi pada proses tenon adalah 70,1% .
- Defect pada proses tenon adalah 22% + 3,5%×75%, yaitu sama dengan 24,5%. Angka 22%, 3,5%, dan 75%, adalah masing-masing defect pada proses sebelumnya (milling), defect pada proses tenon, dan persentase produk mentah untuk proses tenon (yaitu produk jadi dari mesin milling). Karakteristik dari defect adalah ukurannya yang besar yaitu ukuran 3 cm × 17 cm × 81 cm. Ukuran sebesar ini membuat defect produk berpotensi untuk dijadikan bahan mentah komponen lain yang ukurannya 80% dari ukuran defect product.
- Akumulasi waste yang dihasilkan sampai dengan akhir proses tenon adalah 3% + 3%×75%, yaitu sama dengan 5,4%. Angka 3%, 3%, dan 75%, adalah masing geram pada proses sebelumnya (miling), geram pada proses tenon, dan persentase produk mentah untuk proses tenon (yaitu produk jadi dari mesin milling).

Dengan melakukan perhitungan yang serupa untuk proses mortise, vertical bore, dan horizontal bore, maka akumulasi produk jadi, defect, dan waste, dapat digambarkan seperti terlihat pada Bagan 6. Ia memperlihatkan bahwa pada akhir rangkaian proses, persentasi bersih dari produk jadi adalah 56,9%. Defect dan waste masing-masing adalah 29,6% dan 13,5%. Seperti telah diterangkan sebelumnya, defect berpotensi untuk dijadikan bahan mentah untuk komponen kecil yang ukurannya lebih kecil dari 80% dari ukuran 3 cm × 17 cm × 81 cm. Istilah formal untuk defect ini adalah off-cut.



Observasi lebih jauh memperlihatkan bahwa waste dari proses pertama (milling) adalah off-cut yang dapat digunakan untuk komponen-komponen kecil, misalnya dowel dan wedge. Dengan mempertimbangkan hal ini, maka potensi pengurangan waste dari defect dapat dikurangi cukup berarti, yaitu  $29,6\% + 3\% = 32,6\%$  persentase volume dapat di daur ulang menjadi bahan mentah untuk komponen lain. Dengan kapasitas rata-rata 0,4 meter kubik per shift, maka secara sederhana dapat dikatakan bahwa ada sekitar 0,13 meter kubik kayu per shift yang dapat dihemat untuk membuat produk yang sama. Hasilnya adalah peningkatan persentase volume untuk produk jadi, yaitu dari 56,9% menjadi 89,5%.

#### 4. PENUTUP

Dari observasi yang dilakukan pada UKM furniture di kota Semarang, diperoleh data aliran massa dalam pabrik tersebut yang terdiri dari aliran komponen melalui beberapa proses atau mesin perkakas. Lima proses yang diamati terjadi di mesin perkakas milling, tenon, mortise, vertical bore dan horizontal bore. Dari masing-masing proses tersebut diambil tiga macam data yaitu produk /part yang dihasilkan, product/part defect dan waste.

Dari analisis deskriptif diketahui bahwa dari lima proses di lima mesin, waste yang terbanyak terjadi di proses milling (rata-rata 22.2% dari kayu yang digunakan). Ini menunjukkan ketidakefisienan proses di milling dibandingkan proses di mesin lainnya. Dihitung dari nilainya, waste yang terjadi di milling setara dengan Rp 2,13 juta (nilai ini mengacu pada harga kayu jati yang digunakan pada saat penelitian ini dilakukan, yaitu rata-rata Rp 15 juta per m<sup>3</sup>).

Yang menarik untuk dicatat adalah meskipun tingkat waste yang terendah terjadi di mesin tenon router (dengan tingkat waste rata-rata 3.2%), namun proses di mesin ini menghasilkan produk/part defect yang paling tinggi dibandingkan pemrosesan di ke empat mesin lainnya. Idealnya, produk/part defect yang terjadi dapat dimanfaatkan untuk menghasilka produk lain yang dapat memberikan nilai tambah bagi pengusaha. Namun dalam prakteknya, biasanya pabrik memperlakukan produk/part defect ini sama seperti waste. Dengan demikian, biaya yang timbul dari adanya produk/part defect di mesin tenon router ini rata-rata senilai Rp 225 ribu.

Dari model ekonomi, diketahui bahwa produktivitas pabrik sebesar 3000 pcs per bulan. Kebutuhan bahan mentah (kayu jati) sebanyak 16,1 m<sup>3</sup> per bulan. Berarti, biaya yang harus dikeluarkan untuk pengadaan bahan baku utama (kayu jati) sebesar Rp 216 juta. Dengan merujuk pada komposisi produk jadi, waste dan defect, maka biaya pembelian bahan mentah akan terdistribusi menjadi Rp 123 juta produk jadi, Rp 64 juta off cut, dan Rp 29 juta serbuk kayu (geram).

Untuk biaya listrik per bulan, sebesar Rp 1,2 juta digunakan untuk membuat produk jadi dan sisanya Rp 0,9 juta untuk menghasilkan waste. Sedangkan biaya tenaga kerja sebanyak 14 orang, biayanya terdistribusi menjadi Rp 14,3 juta terserap untuk pembuatan produk jadi dan Rp 10,9 juta terserap menjadi waste dan produk defect.

Untuk model ekologi, pada saat penelitian ini dilakukan, pelaku bisnis di Indonesia belum memperlakukan biaya untuk emisi energi dan material (polutan). Hal ini kemungkinan disebabkan belum adanya aturan yang tegas dari pemerintah mengenai perlunya carbon tax yang dibebankan kepada dunia usaha di Indonesia.

#### Keterbatasan penelitian

Penelitian ini hanya dilakukan di satu UKM furniture di kota Semarang sehingga hasilnya tidak dapat digeneralisir untuk pabrik furniture skala besar. Disamping itu, saat pengambilan data, pabrik furniture tersebut sedang dalam proses memenuhi pesanan ulangan (*repeat order*) yang merupakan produk utama dari pabrik tersebut. Oleh karena itu diduga hasilnya akan berbeda apabila data yang diambil merupakan data dari pemrosesan produk baru yang belum pernah dibuat oleh pabrik tersebut sebelumnya. Observasi yang dilakukan pada masing-masing proses dalam penelitian ini tidak mengikuti aliran massa secara kontinyu. Hal ini disebabkan karena karakteristik UKM dengan keterbatasan sumber dayanya. Pabrik ini menyelesaikan pekerjaan di satu mesin dahulu, setelah semuanya selesai baru dilanjutkan ke mesin berikutnya.

Untuk dapat menggeneralisir hasil penelitian, sebaiknya pengamatan dilakukan di beberapa pabrik furniture dengan jumlah observasi yang lebih banyak. Observasi tidak hanya dilakukan untuk pembuatan model furniture yang merupakan pemesanan ulang, tetapi juga untuk pemesanan dengan disain baru. Sehingga nantinya dapat dilihat seberapa besar pengaruh learning curve terhadap hasil produk/part, produk defect dan waste dari masing-masing proses (mesin).

## 5. REFERENSI

- [1] Beckwith, 1985, *Measurement System*.
- [2] Bromhead Alistair., 2003, *Reducing Wood Waste in Furniture Manufacture*, Fauna & Flora Publishing International,.
- [3] de Garmo, 1995, *Machining Process*.
- [4] Emplaincourt, et.al. "Energy Conservation in the Wood-Furniture Industry", Technical Report, Industrial Assessment Center, Mississippi State University.
- [5] Ezpinoza et.al., 2011, "Energy and the United States Hardwood Industry – Part I : Profile and Impact of Prices", *Bioresources.com* 6(4), 3883-3898.
- [6] Herrmann Sebastian, 2009 "Process chain simulation to foster energy efficiency in manufacturing", in *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*.