

NASKAH PUBLIKASI TUGAS AKHIR

**PERANCANGAN ALAT BANTU PENCEKAM MESIN *BANDSAW*
(Studi Kasus: Laboratorium Proses Produksi Teknik Industri Fakultas
Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta)**



Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Disusun Oleh :

AGENG APRIANTO
NIM : D 600 050 057

**JURUSAN TEKNIK INDUSTRI FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2014**

SURAT PERSETUJUAN ARTIKEL PUBLIKASI ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini Pembimbing Skripsi/Tugas Akhir,

Nama : Ratnanto Fitriadi, ST. MT.

NIP/NIK : 889

Nama : Dr. Suranto, ST. MM.

NIP/NIK : 797

Telah membaca dan mencermati naskah artikel publikasi ilmiah yang merupakan ringkasan Skripsi/Tugas Akhir dari mahasiswa:

Nama : Ageng Aprianto

NIM : D600 050 057

Program Studi : Teknik Industri

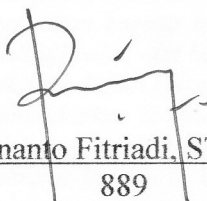
Judul Skripsi : **Perancangan Alat Bantu Pencekam Mesin *Bandsaw***


Naskah artikel tersebut, layak dan dapat disetujui untuk dipublikasikan. Demikian persetujuan ini dibuat semoga dapat dipergunakan seperlunya.

Menyetujui:

Pembimbing I

Pembimbing II


Ratnanto Fitriadi, ST. MT.
889


Dr. Suranto, ST. MM.
797

PERANCANGAN ALAT BANTU PENCEKAM MESIN BANDSAW

Ratnanto Fitriadi, ST. MT.⁽¹⁾, Dr. Suranto, MM.⁽²⁾, dan Ageng Aprianto⁽³⁾
^(1,2) Dosen Pembimbing Tugas Akhir, ⁽³⁾ Mahasiswa Bimbingan Tugas Akhir
^(1,2,3) Jurusan Teknik Industri Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. Ahmad Yani, Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura, Surakarta.

Abstrak

Objek penelitian ini adalah mesin bandsaw. Mesin bandsaw merupakan salah satu mesin yang digunakan Laboratorium Proses Produksi Teknik Industri Universitas Muhammadiyah Surakarta pada praktikum Perancangan Teknik Industri untuk proses pemotongan lurus dan pemotongan miring komponen produk miniatur mainan kayu. Akan tetapi, dalam pelaksanaan kegiatan tersebut mesin bandsaw memiliki kendala seringnya mata gergaji patah akibat setup pemasangan mata gergaji yang tidak benar sehingga menyebabkan mata gergaji tidak mencapai posisi center, kesulitan dalam pemotongan miring, pemotongan yang tidak akurat dan keamanan yang relatif kurang dikarenakan kemungkinan terjadinya kontak fisik antara mesin dengan pengguna sangat besar.

Penelitian ini bertujuan merancang alat bantu untuk peningkatan kinerja mesin bandsaw sehingga memberikan kemudahan dan keamanan kerja serta waktu pemotongan yang lebih baik dan tingkat keakurasian pemotongan yang tinggi. Manfaat yang didapat adalah pengguna mendapatkan kemudahan menggunakan mesin bandsaw, pengguna merasa aman mengoperasikan mesin bandsaw, serta proses pemotongan menjadi lebih cepat dan akurat.

Perancangan ini ditinjau dari aspek teknis serta aspek kesehatan dan keselamatan kerja (K3). Tahap pertama dilakukan perhitungan analitis alat bantu untuk disain penempatan lokator, pencekaman, dan permesinan. Tahap kedua dilakukan analisa yang memperhatikan tingkat keselamatan dan keamanan penggunaan mesin bandsaw. Dari tahapan tersebut dibuatlah disain alat bantu awal dan dilanjutkan pembuatan alat bantu yang mengacu pada dimensi dan ukuran disain. Metode analisis yang digunakan adalah perbandingan penggunaan mesin bandsaw berdasarkan waktu penggunaan mesin dan tingkat keakurasian serta K3 antara sebelum dan sesudah menggunakan alat bantu.

Pilihan disain alat bantu adalah menggunakan vise clamp dengan pola/aksi hold down (menekan ke bawah) yang secara teknis aman untuk digunakan karena matrik gaya yang berkerja bernilai non-negative. Dari hasil uji coba, alat bantu memberikan kemudahan dalam pemotongan karena fleksibel digunakan untuk pemotongan lurus atau pemotongan miring, serta meningkatkan keamanan pengguna karena proses pemotongan benda kerja tidak lagi ditahan/dipegang oleh tangan operator dan menempatkan tangan operator berada di luar area pemotongan daun gergaji. Hasil analisa data didapatkan penurunan total waktu pengerjaan sebesar 17,38 detik dan penurunan persentase penyimpangan pemotongan sebesar 41,49%. Secara garis besar, penggunaan alat bantu pada mesin bandsaw menunjukkan peningkatan kinerja mesin bandsaw.

Kata kunci : Mesin Bandsaw, Perancangan, Alat Bantu, K3.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Mesin-mesin pada Laboratorium Proses Produksi Teknik Industri Universitas Muhammadiyah Surakarta secara garis besar digunakan sebagai alat untuk pembuatan miniatur mainan berbahan dasar kayu pada praktikum Perancangan Teknik Industri yang dilaksanakan di Laboratorium tersebut. Dalam pelaksanaan kegiatan tersebut mesin *bandsaw* merupakan salah satu mesin yang paling sering digunakan terutama untuk pemotongan lurus dan pemotongan miring. Akan tetapi, pelaksanaan kegiatan tersebut memiliki beberapa kendala pada mesin *bandsaw*, Kendala-kendala tersebut menyebabkan terganggunya proses yang dilakukan pada saat pelaksanaan praktikum, diantaranya adalah saat mata gergaji patah, penggantian dengan mata gergaji baru membutuhkan waktu yang cukup lama, hal ini terjadi karena belum adanya petunjuk atau prosedur standar penggantian mata gergaji yang digunakan sehingga pengguna yang rata-rata masih belum begitu memahami mesin *bandsaw* tidak mengerti dan kebingungan pada saat pemasangan mata gergaji tersebut. Hal ini pula berpengaruh pada kondisi mata gergaji sehingga terkadang mata gergaji tidak berada pada posisi *center* dan menyebabkan produk yang dihasilkan pun menjadi tidak presisi. Benda kerja yang masih ditahan atau dipegang secara langsung oleh tangan operator menciptakan kondisi yang tidak aman serta rasa was-was bagi pengguna dalam menggunakan mesin *bandsaw* tersebut. Hal ini membuat konsentrasi dan gerakan pemotongan menjadi tidak konstan sehingga komponen yang diproses pun menjadi miring atau bergelombang. Ketidakakuratan ini menyebabkan waktu proses pembuatan produk menjadi panjang.

1.2 Perumusan Masalah

Perumusan masalah penelitian adalah bagaimana peningkatan kinerja mesin *bandsaw* untuk memberikan kemudahan dan keamanan kerja serta mempercepat proses pemotongan dan menghasilkan tingkat keakurasian pemotongan yang tinggi.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan merancang alat bantu untuk peningkatan kinerja mesin *bandsaw* sehingga memberikan kemudahan dan keamanan kerja serta waktu pemotongan yang lebih baik dan tingkat keakurasian pemotongan yang tinggi.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian yang dilakukan adalah:

1. Pengguna mendapatkan kemudahan menggunakan mesin *bandsaw*.
2. Pengguna merasa aman mengoperasikan mesin *bandsaw*.
3. Proses pemotongan menjadi lebih cepat dan akurat.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Perancangan dan Pembuatan Alat Bantu

Perancangan desain alat bantu (*tools*) merupakan proses mendesain dan mengembangkan alat bantu untuk proses pemesinan dengan memperhatikan rencana proses yang dibutuhkan untuk meningkatkan efisiensi dan produktifitas. Tujuan digunakan alat bantu adalah untuk menurunkan biaya manufaktur, menjaga kualitas, dan meningkatkan produksi. Syarat desain alat bantu yang baik adalah sederhana, mudah dioperasikan, dapat menurunkan biaya manufaktur, dapat menghasilkan *part* berkualitas tinggi secara konsisten, mencegah terjadinya *foolproof* (mencegah penggunaan/pemasangan yang salah), serta penggunaan material alat bantu yang menjamin umur pemakaian yang cukup lama (Hoffman: 1996).

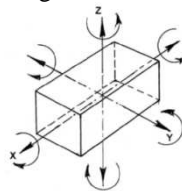
2.2 Jig dan Fixture

Jig dan *fixture* adalah alat bantu produksi yang digunakan pada proses manufaktur sehingga dihasilkan duplikasi *part* yang akurat. Dalam *jig* dan *fixture*, ketepatan dan kesejajaran antara pemotong atau peralatan lainnya dan benda kerja harus dijaga, sehingga *jig* dan *fixture* harus didesain dan dirancang untuk dapat menahan, menopang, dan

memposisikan benda kerja guna memastikan bahwa setiap proses permesinan dalam batas tertentu. *Jig* dan *fixture* juga harus dilengkapi dengan petunjuk penggunaan dan pengaturan agar semua benda kerja yang diproses sesuai dengan yang diharapkan, dapat digunakan oleh tenaga kerja yang tidak berpengalaman, meminimasi kegiatan yang memakan waktu (kegiatan *setup* mesin dan kegiatan yang memerlukan keterampilan yang cukup), dan meningkatkan keakuratan produk. Sebuah *jig* dan *fixture* dapat memproduksi produk sesuai dengan bentuk dan kebutuhan (Hoffman: 1996).

2.3 Formulasi Analitik *Jig* dan *Fixture*

Pada sebuah benda kerja terdapat 12 derajat kebebasan (*degree of freedom*) pergerakan, yaitu pergerakan linear searah atau berlawanan arah dengan sumbu X, Y, dan Z serta pergerakan rotasi terhadap sumbu X, Y, dan Z searah atau berlawanan arah dengan jarum jam (Rong dan Zhu: 1999), seperti ditunjukkan gambar 1.



Gambar 1 Derajat Kebebasan Benda Kerja (12 Gaya).

Masing-masing titik kontak dipasang lokator yang akan menahan pergerakan benda kerja. ke enam titik kontak atau titik lokator tersebut diletakkan pada 3 bidang yang saling tegak lurus (Rong dan Zhu: 1999), yaitu:

1. Tiga lokator diletakkan pada bidang dasar (bidang X-Y) sehingga membatasi kebebasan linear pada sumbu Z dan derajat kebebasan rotasi terhadap sumbu X dan Y. Bidang ini disebut bidang lokator utama (*primary locating surface*).
2. Dua lokator diletakkan pada bidang yang tegak lurus bidang lokator primer, yaitu bidang X-Z, sehingga membatasi derajat kebebasan linear sumbu Y dan derajat kebebasan rotasi terhadap sumbu Z. Bidang ini disebut sebagai bidang lokator sekunder (*secunder locating surface*).
3. Satu lokator diletakkan pada bidang yang tegak lurus bidang lokator primer dan sekunder, yaitu bidang Y-Z, sehingga membatasi derajat kebebasan linear sumbu X.

Pendekatan dalam menentukan besarnya gaya pencekaman yang harus diberikan pada benda kerja dapat ditentukan berdasarkan besarnya gaya permesinan terbesar yang akan terjadi selama pencekaman berlangsung. Perhitungan sederhana dapat dilakukan dengan menganggap gaya pemotongan oleh mesin bekerja seluruhnya pada arah horizontal dan benda kerja dapat ditahan secara stabil dengan hanya memanfaatkan gaya gesek. Rumus perhitungan gaya pencekaman tersebut dapat dilihat pada persamaan sebagai berikut:

$$\text{.....} \dots\dots\dots 1$$

Keterangan:

- F_c = Gaya pencekaman (*Newton*).
- F_t = Gaya potong/gaya permesinan (*Newton*).
- f_s = Faktor keamanan (biasanya 2).
- μ = koefisien gesek statis.

Pada proses *Milling*, perhitungan gaya pencekaman menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\frac{727,153}{\text{.....}} \dots\dots\dots 2$$

Keterangan:

- F_c = Gaya Pencekaman (*Newton*).
- w = *width of cut*/lebar pemotongan (mm).
- d = *depth of cut*/kedalaman potongan (mm).
- f_m = *feed rate*/kecepatan pemakanan (cm/menit).
- v = kecepatan pemotongan (feet/menit).

Pada proses *drilling*, perhitungan gaya pencekaman pada proses menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\frac{61565,6576}{\dots} \dots \dots \dots 3$$

Keterangan:

- F_c = Gaya pencekaman (*Newton*).
- f_m = *feed rate*/ kecepatan pemakanan (mm/menit).
- D = Diameter mata bor (mm).
- SS = Kecepatan spindel (rpm).

Tahap Penempatan

Pada tahap ini benda kerja didorong oleh gaya luar yaitu gaya penempatan pada arah yang berlawanan dengan arah gaya lokator. Pada tahap ini benda kerja belum dicekam sehingga belum ada gaya pencekaman. Persamaan dari gaya penempatan dapat dituliskan sebagai berikut:

Keterangan:

- F_p = Matriks gaya yang bekerja pada lokator.
- W_p = Matriks arah gaya yang bekerja pada lokator.
- w_l = Arah gaya penempatan.
- f_l = Besar gaya penempatan.

Tahap Pengekaman

Pada tahap pengekaman (*clamping stage*), gaya luar sudah tidak bekerja lagi sedangkan gaya permesinan belum bekerja, sehingga:

Keterangan:

- F_p =Matriks gaya yang bekerja pada lokator.
- W_p = Matriks arah gaya yang bekerja pada lokator.
- W_a = Matriks arah gaya yang bekerja pada pencekam.
- f_a =Matriks gaya yang bekerja pada pencekam.

Tahap Permesinan

Pada tahap ini setiap lokator akan dilakukan pengujian apakah terjadi kontak antara benda kerja dengan lokator selama tahap permesinan ini. Pada tahap permesinan, gaya potong dan pengekaman bekerja pada benda kerja.

Keterangan:

- F_p =Matriks gaya yang bekerja pada lokator.
- W_p = Matriks arah gaya yang bekerja pada lokator.
- w_k = Matriks arah gaya yang bekerja saat permesinan.
- f_k = Matriks gaya yang bekerja pada saat permesinan.

Semua persamaan 4, 5, dan 6 diatas harus menghasilkan solusi non-negatif untuk F_p yang artinya setiap lokator memiliki kontak dengan benda kerja (Hoffman: 1996).

2.4 Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3)

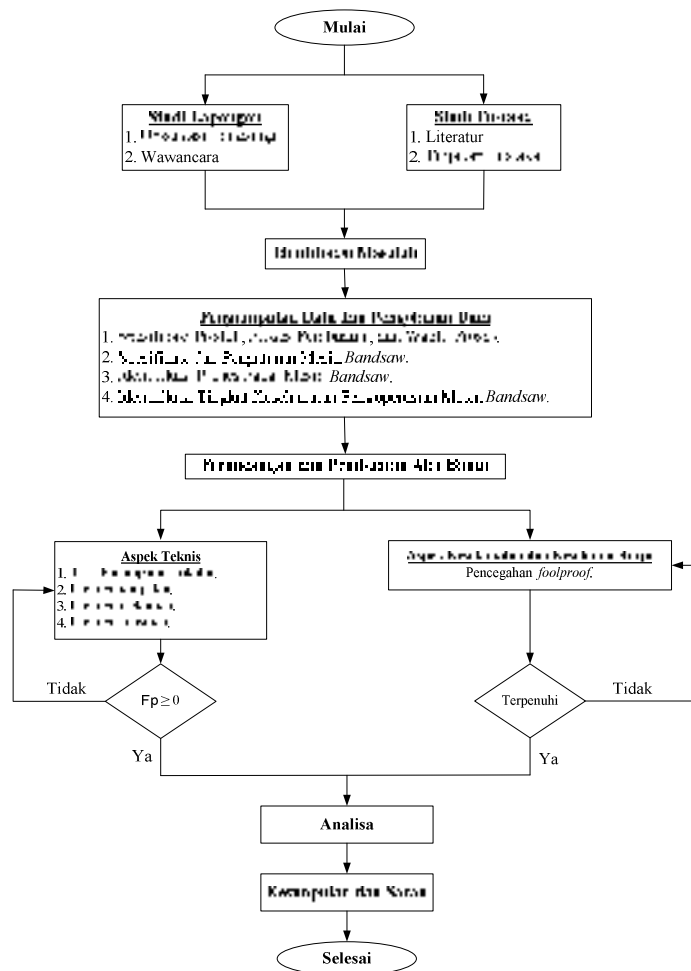
Keselamatan dan kesehatan kerja menunjukkan kondisi-kondisi fisiologis-fisikal dan psikologis tenaga kerja yang diakibatkan oleh lingkungan kerja yang disediakan oleh perusahaan. Kondisi fisiologis-fisikal meliputi penyakit-penyakit dan kecelakaan kerja seperti cedera, kehilangan nyawa atau anggota badan. Kondisi-kondisi psikologis diakibatkan oleh stres pekerjaan dan kehidupan kerja yang berkualitas rendah. Hal ini meliputi ketidakpuasan, sikap menarik diri, kurang perhatian, mudah marah, selalu menunda pekerjaan dan kecenderungan untuk mudah putus asa terhadap hal-hal yang remeh (Rivai: 2006).

2.5 Alat Pelindung Diri (APD)

Berdasarkan Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia No Per. 08/MEN/VII/2010, Alat Pelindung Diri (APD) adalah suatu alat yang mempunyai kemampuan untuk melindungi seseorang yang fungsinya mengisolasi sebagian atau seluruh tubuh dari potensi bahaya di tempat kerja.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini adalah penelitian yang berusaha memaparkan pemecahan masalah terhadap suatu masalah yang ada sekarang secara sistematis dan faktual berdasarkan data-data. Penelitian ini dibagi dalam empat tahap yaitu tahap awal, tahap pengumpulan dan pengolahan data, tahap perancangan dan pembuatan alat bantu, dan tahap analisa. Tahap-tahap metode pada penelitian ini dapat dilihat pada skema *flowchart* penelitian gambar 2.



Gambar 2. Kerangka Pemecahan Masalah.

4. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Spesifikasi Mesin Bandsaw

Tipe mesin *bandsaw* yang menjadi objek penelitian adalah mesin *bandsaw vertical*. Umumnya konstruksi mesin *bandsaw* terdiri dari rangka, roda *pulley* atas dan roda *pulley* bawah, meja kerja, pengantar daun gergaji, dan motor.

4.2 Komponen yang diproses mesin *bandsaw*

Diketahui 9 komponen mobil hummer yang diproses mesin *bandsaw* adalah boggie depan, boggie belakang, bumper depan, kabin samping, kabin belakang, box amunisi, bak samping, dan basoka. Dengan total panjang pemotongan yang dilakukan adalah 1072,26 mm.

4.3 Waktu Pengerjaan Komponen

Waktu pengerjaan pemotongan komponen-komponen pada mesin *bandsaw* adalah:

- Total untuk waktu *setup* pemotongan adalah 58,87 detik dengan rata-rata sebesar 6,54 detik/komponen.
- Total untuk waktu proses pemotongan adalah 660,225 detik dengan rata-rata sebesar 73,76 detik/komponen.
- Total waktu pemotongan adalah 719,095 detik dengan rata-rata sebesar 79,9 detik/komponen.

4.4 Tingkat Penyimpangan Keakuratan Pemotongan

Tingkat penyimpangan pemotongan yang terjadi adalah sebagai berikut:

- Rata-rata penjang penyimpangan pemotongan adalah 62,09 mm.
- Rata-rata tingkat kecacatan adalah 1,64 kecacatan/komponen.
- Rata-rata persentase penyimpangan pemotongan adalah 51,49%.

4.5 Parameter Permesinan

a. Kecepatan Potong

Kecepatan pemotongan ditentukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$V = \frac{\pi D N}{1000}$$

Diketahui:

Diameter *Pulley* (D) = 350 mm.

Kecepatan *pulley* motor (N_1) = 1420 rpm.

Diameter *pulley* motor (d_1) = 101,6 mm.

Diameter *pulley* belt (d_2) = 203,2 mm.

Sehingga, kecepatan pemotongan (V) mesin *bandsaw* adalah:

$$V = \frac{3,14 \cdot 350 \cdot 1420 \cdot \left(\frac{101,6}{203,2}\right)}{1000}$$

$$V = 719,095 \text{ (mm/menit)}$$

b. Kecepatan Makan

Kecepatan pemakanan ditentukan dengan rumus sebagai berikut:

$$V_f = \frac{P}{t}$$

Diketahui:

Panjang pemotongan (P) = 1072,26 mm.

Waktu proses pemotongan (t) = 660,225 detik = 11,00375 menit.

Sehingga, kecepatan pemakanan (V_f) mesin *bandsaw* adalah:

$$V_f = \frac{1072,26}{11,00375}$$

$$V_f = 97,4 \text{ mm/menit}$$

4.6 Identifikasi Tingkat Keselamatan Saat Pengoperasian Mesin *Bandsaw*.

Hasil dari identifikasi ditunjukkan, diketahui 2 potensi bahaya masih membayangi keselamatan pengguna yaitu potensi terkena daun gergaji dan getaran akibat pemotongan.

4.7 Aspek Teknis

Berdasarkan komponen-komponen yang diproses mesin *bandsaw*, dimensi maksimal dan minimal benda kerja yang diperbolehkan untuk proses permesinan adalah:

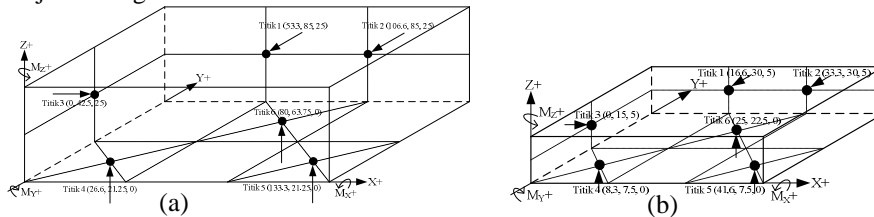
Dimensi Benda kerja maksimal: 160 x 85 x 50 mm.

Dimensi Benda Kerja Minimal: 50 x 30 x 10 mm.

Gaya PENCEKAMAN

Maksimal tebal pemotongan (w) adalah 50 mm dan lebar gerigi daun gergaji (d) adalah 4,233 mm, kecepatan pemakanan (fm) adalah 9,744 cm/menit dan kecepatan pemotongan (v) adalah 2560,132 feet/menit. Dengan menggunakan persamaan (2) didapatkan gaya pencekaman sebesar 585,76 N.

Berdasarkan dimensi benda kerja dibuat gambar titik penempatan lokator terhadap benda kerja. Lihat gambar 3.



Gambar 3 Titik Penempatan Lokator, (a) Benda Kerja Maksimal, (b) Benda Kerja Minimal.

Rekapitulasi titik lokator.

Lokator Benda
Kerja Maksimal

	X	Y	Z
1	53,3	85	25
2	106,6	85	25
3	0	42,5	25
4	26,6	21,25	0
5	133,3	21,25	0
6	80	63,75	0

Lokator Benda
Kerja Minimal

	X	Y	Z
1	16,6	30	5
2	33,3	30	5
3	0	15	5
4	8,3	7,5	0
5	41,6	7,5	0
6	25	22,5	0

Selanjutnya diuraikan gaya penempatan, gaya pencekaman dan gaya permesinan.

Tahap Penempatan

Dengan menggunakan persamaan (7) diperoleh nilai F_p :

F_p dimensi benda kerja maksimal

$$F_p = \begin{matrix} f_1 \\ f_2 \\ f_3 \\ f_4 \\ f_5 \\ f_6 \end{matrix} \begin{bmatrix} n_x & n_y & m_z & n_z & m_x & m_y \\ 0,00 & 0,50 & 0,50 & 0,00 & 0,50 & 0,00 \\ 0,00 & 0,50 & 0,50 & 0,00 & 0,50 & 0,00 \\ 1,00 & 0,00 & 1,00 & 0,00 & 0,00 & 1,00 \\ 0,00 & 0,00 & 0,00 & 1,00 & 1,00 & 1,00 \\ 0,00 & 0,00 & 0,00 & 1,00 & 1,00 & 1,00 \\ 0,00 & 0,00 & 0,00 & 2,00 & 2,00 & 2,00 \end{bmatrix}$$

F_p dimensi benda kerja minimal

$$F_p = \begin{matrix} f_1 \\ f_2 \\ f_3 \\ f_4 \\ f_5 \\ f_6 \end{matrix} \begin{bmatrix} n_x & n_y & m_z & n_z & m_x & m_y \\ 0,00 & 0,50 & 0,50 & 0,00 & 0,50 & 0,00 \\ 0,00 & 0,50 & 0,50 & 0,00 & 0,50 & 0,00 \\ 1,00 & 0,00 & 1,00 & 0,00 & 0,00 & 1,00 \\ 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,02 & 0,02 & 0,02 \\ 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,02 & 0,02 & 0,02 \\ 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,04 & 0,04 & 0,04 \end{bmatrix}$$

Hasil nilai F_p non negative berarti terjadi kontak antara benda kerja dan lokator selama tahap penempatan.

Tahap Pencekaman

Dengan menggunakan persamaan (8) diperoleh nilai F_p :

F_p dimensi benda kerja maksimal

$$F_p = \begin{matrix} f_1 \\ f_2 \\ f_3 \\ f_4 \\ f_5 \\ f_6 \end{matrix} \begin{matrix} \overline{n_x} & n_y & m_z & n_z & m_x & \overline{m_y} \\ \hline 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,00 \\ 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,00 \\ 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,00 \\ 0,00 & 0,00 & 0,00 & 1463,57 & 1463,57 & 1463,57 \\ 0,00 & 0,00 & 0,00 & 1465,22 & 1465,22 & 1465,22 \\ 0,00 & 0,00 & 0,00 & 4,00 & 4,00 & 4,00 \end{matrix}$$

F_p dimensi benda kerja minimal

$$F_p = \begin{matrix} f_1 \\ f_2 \\ f_3 \\ f_4 \\ f_5 \\ f_6 \end{matrix} \begin{matrix} \overline{n_x} & n_y & m_z & n_z & m_x & \overline{m_y} \\ \hline 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,00 \\ 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,00 \\ 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,00 \\ 0,00 & 0,00 & 0,00 & 2047,52 & 2047,52 & 2047,52 \\ 0,00 & 0,00 & 0,00 & 2052,80 & 2052,80 & 2052,80 \\ 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,09 & 0,09 & 0,09 \end{matrix}$$

Hasil nilai F_p adalah *non negative*, berarti terjadi kontak antara benda kerja dan lokator selama tahap pencekaman.

Tahap Permesinan

Dengan menggunakan persamaan (9) diperoleh nilai F_p :

F_p dimensi benda kerja maksimal

$$F_p = \begin{matrix} f_1 \\ f_2 \\ f_3 \\ f_4 \\ f_5 \\ f_6 \end{matrix} \begin{matrix} \overline{n_x} & n_y & m_z & n_z & m_x & \overline{m_y} \\ \hline 0,00 & 292,33 & 292,33 & 0,00 & 292,33 & 0,00 \\ 0,00 & 293,43 & 293,43 & 0,00 & 293,43 & 0,00 \\ 585,76 & 0,00 & 585,76 & 0,00 & 0,00 & 585,76 \\ 0,00 & 0,00 & 0,00 & 146,30 & 146,30 & 146,30 \\ 0,00 & 0,00 & 0,00 & 146,58 & 146,58 & 146,58 \\ 0,00 & 0,00 & 0,00 & 292,88 & 292,88 & 292,88 \end{matrix}$$

F_p dimensi benda kerja minimal

$$F_p = \begin{matrix} f_1 \\ f_2 \\ f_3 \\ f_4 \\ f_5 \\ f_6 \end{matrix} \begin{matrix} \overline{n_x} & n_y & m_z & n_z & m_x & \overline{m_y} \\ \hline 0,00 & 291,13 & 291,13 & 0,00 & 291,13 & 0,00 \\ 0,00 & 294,63 & 294,63 & 0,00 & 294,63 & 0,00 \\ 585,76 & 0,00 & 585,76 & 0,00 & 0,00 & 585,76 \\ 0,00 & 0,00 & 0,00 & 146,00 & 146,00 & 146,00 \\ 0,00 & 0,00 & 0,00 & 146,88 & 146,88 & 146,88 \\ 0,00 & 0,00 & 0,00 & 292,88 & 292,88 & 292,88 \end{matrix}$$

Hasil nilai F_p adalah *non negative* berarti terjadi kontak antara benda kerja dan lokator selama tahap permesinan.

4.8 Aspek Kesehatan dan Keselamatan Kerja

Benda kerja yang dipegang secara manual atau oleh tangan operator/pengguna saat proses pemotongan menyebabkan potensi terjadi kontak antara tangan pengguna dengan daun gergaji menjadi mungkin, selain itu getaran secara langsung dirasakan oleh tangan pengguna saat proses pemotongan. Posisi tangan saat pemotongan ditunjukkan pada gambar 4.

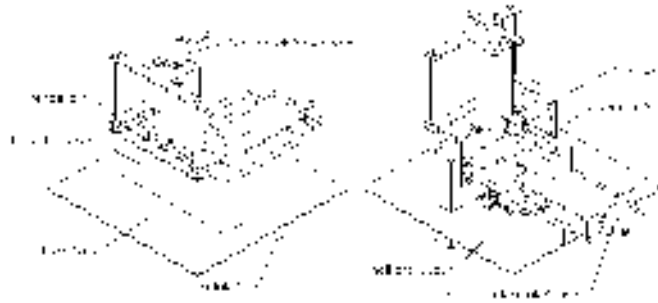


Gambar 4 Posisi Tangan Saat Pemotongan Benda Kerja.

Berdasarkan hal tersebut, alat bantu dirancang untuk menjauhkan posisi tangan dari area pergerakan daun gergaji saat proses pemotongan dan membuat benda kerja tidak lagi dipegang/ditahan oleh tangan pengguna.

4.9 Hasil Perancangan

Berdasarkan aspek teknis dan aspek kesehatan dan keselamatan kerja, alat bantu akan seperti yang ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar 5 Alat Bantu Pencekaman Mesin *Bandsaw*.

Keterangan:

1. *Base Plate*.

Base Plate merupakan plat dasar yang berfungsi sebagai dudukan benda kerja sehingga ketika gaya pencekaman bekerja, benda kerja dapat bergerak. Selain fungsi tersebut, *base plate* difungsikan sebagai lokator primer.

2. Rumah Putar.

Rumah putar merupakan titik pusat pemutaran pada alat bantu pencekam. Rumah putar berfungsi untuk membantu pemotongan miring dengan sudut-sudut tertentu. Kemiringan sudut atau pemutaran rumah putar terhadap sudut tertentu ditunjukkan oleh indikator sudut.

3. Indikator Sudut.

Indikator sudut merupakan penunjuk ukuran untuk besarnya putaran sudut-sudut yang dibutuhkan untuk suatu pemotongan. Ukuran pada indikator ini adalah 0° sampai 90° dengan dua arah putaran yaitu searah jarum jam dan berlawanan arah jarum jam.

4. Balok Penyiku.

Balok penyiku adalah balok besi yang berfungsi sebagai perata benda kerja dengan tujuan agar ukuran diantara kedua sisi benda kerja simetri.

5. Penahan.

Penahan adalah komponen yang menahan balok penyiku agar tidak terangkat ke atas saat proses pencekaman berlangsung.

6. Pencekam

Pencekam adalah plat yang menekan benda kerja pada *base plate* yang digerakan oleh penggerak plat pencekam.

7. Penggerak Balok Penyiku.

Penggerak balok penyiku adalah poros ulir yang berfungsi untuk menggerakkan balok penyiku.

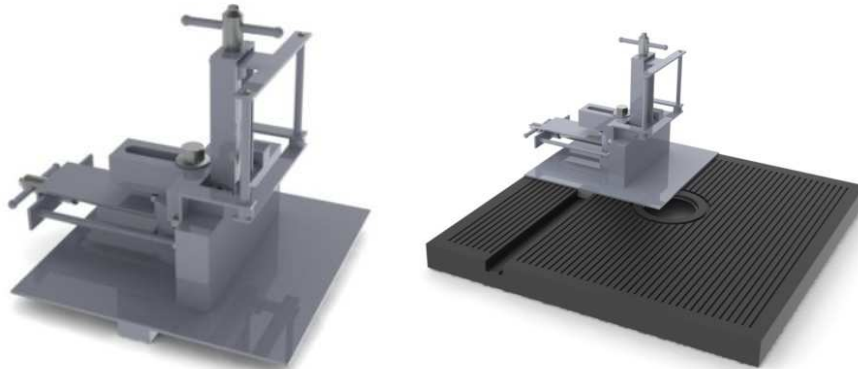
8. Penggerak Pencekam.

Pengerak pencekam adalah poros ulir yang berfungsi untuk menggerakkan plat pencekam.

9. Balok Alur.

Balok alur adalah balok besi yang menjadi alur pada meja kerja mesin *bandsaw*, balok inilah yang menjadi penghubung antara meja kerja dengan alat bantu.

Hasil rancangan alat bantu dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6 Alat Bantu Mesin Bandsaw.

4.10 Uji Coba Alat Bantu

Pemotongan menggunakan alat bantu menghasilkan waktu proses pengerjaan sebagai berikut:

- Total untuk waktu *setup* pemotongan adalah 235,7 detik dengan rata-rata sebesar 23,57 detik/komponen.
- Total untuk waktu proses pemotongan adalah 379,5 detik dengan rata-rata sebesar 37,95 detik/komponen.
- Total waktu pemotongan adalah 615,2 detik dengan rata-rata sebesar 61,52 detik/komponen.

Pemotongan menggunakan alat bantu menghasilkan penyimpangan pemotongan sebagai berikut:

- Rata-rata penjang penyimpangan pemotongan adalah 10 mm.
- Rata-rata tingkat kecacatan adalah 0,1 kecacatan/komponen.
- Rata-rata persentase penyimpangan pemotongan adalah 10%.

4.11 Analisa Data

Analisa Aspek Teknis

Berdasarkan komponen-komponen mobil hummer yang diproses pada mesin *bandsaw*, dimensi maksimal dan minimal benda kerja dan syarat benda kerja yang diperbolehkan untuk proses permesinan adalah sebagai berikut:

Dimensi benda kerja maksimal:

160 mm x 85 mm x 50 mm.

Dimensi benda kerja minimal:

50 mm x 30 mm x 10 mm.

Dari kedua dimensi benda kerja tersebut, selanjutnya ditentukan gaya penempatan, gaya pengekaman dan gaya permesinan. Pada perhitungan formulasi analitik *jig* dan *fixtures* untuk masing-masing gaya, didapatkan hasil nilai F_p *non-negatif*, berarti terjadi kontak antara lokator dengan benda kerja selama proses penempatan, pengekaman dan permesinan. Dengan kata lain seluruh tahapan telah aman untuk digunakan.

Analisa Waktu dan Penyimpangan Keakuratan Pemotongan

Analisa waktu dan penyimpangan keakuratan pemotongan diambil berdasarkan perbandingan pemotongan mesin *bandsaw* sebelum dan sesudah menggunakan alat bantu adalah sebagai berikut:

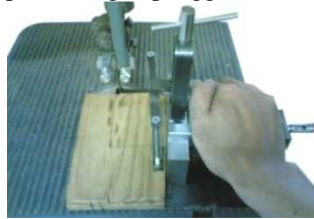
- Rata-rata waktu *setup* yang dibutuhkan sebelum menggunakan alat bantu adalah 6,54 detik dan sesudah menggunakan alat bantu adalah 23,57 detik. Hal ini menunjukkan bahwa waktu *setup* operasi pemotongan menggunakan alat bantu menjadi lebih lama 17,03 detik dibandingkan dengan sebelum menggunakan alat bantu.
- Rata-rata waktu proses sebelum menggunakan alat bantu adalah 73,76 detik dan sesudah menggunakan alat bantu adalah 37,95 detik. Waktu proses pemotongan pada mesin *bandsaw* mengalami penurunan sebesar 35,81 detik, ini menunjukkan waktu proses

menjadi lebih cepat saat menggunakan alat bantu dibandingkan sebelum menggunakan alat bantu.

- Rata-rata total waktu pemotongan sebelum menggunakan alat bantu adalah 79,9 detik dan sesudah menggunakan alat bantu adalah 61,52 detik. Rata-rata total waktu pemotongan mesin *bandsaw* mengalami penurunan sebesar 17,38 detik, ini menunjukkan bahwa waktu total pemotongan mesin *bandsaw* menjadi lebih cepat saat menggunakan alat bantu dibanding sebelum menggunakan alat bantu.
- Besar panjang penyimpangan pemotongan sebelum menggunakan alat bantu adalah sepanjang 62,09 mm dan sesudah menggunakan alat bantu adalah 10 mm. Besar panjang penyimpangan pemotongan mengalami penurunan sebesar 52,09 mm setelah menggunakan alat bantu.
- Tingkat kecacatan per unit sebelum menggunakan alat bantu adalah 1,64 buah kecacatan/komponen dan sesudah menggunakan alat bantu adalah 0,1 kecacatan/komponen. Tingkat kecacatan per unit mesin *bandsaw* mengalami penurunan sebesar 1,54 buah kecacatan/komponen.
- Persentase penyimpangan sebelum menggunakan alat bantu adalah 51,49% dan sesudah menggunakan alat bantu adalah 10%. Persentase penyimpangan pemotongan mengalami penurunan saat menggunakan alat bantu yaitu sebesar 41,49%.

Analisa Kesehatan dan Keselamatan Kerja

Pada gambar 7 menunjukkan posisi tangan pengguna saat melakukan proses pemotongan.



Gambar 7 Posisi Tangan Pada Alat Bantu Saat Proses Pemotongan.

Dari gambar 7, diketahui jika posisi tangan pengguna sudah tidak lagi menahan benda kerja dan letak posisi tangan cukup aman dari area pemotongan daun gergaji. Getaran pemotongan yang saat terjadi kontak daun gergaji dengan benda kerja pun telah dapat di minimalisir oleh alat bantu.

Alat bantu yang berbahan logam rentan menjadi licin saat di pegang dikarenakan keringat dari tangan pengguna saat memegang alat bantu, untuk mencegah hal tersebut sangat diajarkan penggunaan sarung tangan untuk mengurangi licin akibat keringat dari tangan pengguna.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengumpulan, pengolahan, dan analisa data, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Alat bantu menggunakan *clamp* berjenis *vise clamp* dengan pola/aksi pencekaman *hold down* (menekan ke bawah) yang secara teknis aman untuk digunakan karena matrik gaya yang berkerja bernilai *non-negative*.
2. Secara garis besar penggunaan alat bantu menunjukkan peningkatan kinerja pemotongan mesin *bandsaw* diantaranya adalah sebagai berikut:
 - Waktu *setup* pemotongan mengalami peningkatan sebesar 17,03 detik dari sebelumnya sebesar 6,54 detik menjadi 23,57 detik.
 - Waktu proses pemotongan mengalami penurunan sebesar 35,81 detik dari sebelumnya sebesar 73,76 detik menjadi 37,95 detik.
 - Waktu total pemotongan mengalami penurunan sebesar 17,38 detik dari sebelumnya sebesar 79,9 detik menjadi 61,52 detik.
 - Panjang penyimpangan pemotongan mengalami penurunan sebesar 52,09 mm, dari sebelumnya sebesar 62,09 mm menjadi 10 mm.

- Tingkat kecacatan per unit mengalami penurunan sebesar 1,54 buah kecacatan/komponen, dari sebelumnya sebesar 1,64 buah kecacatan/komponen menjadi 0,1 buah kecacatan/komponen.
 - Persentase penyimpangan pemotongan mengalami penurunan sebesar 41,49%, dari sebelumnya sebesar 51,49% menjadi 10%.
3. Alat bantu memberikan kemudahan dalam pemotongan karena dapat digunakan untuk pemotongan lurus atau pemotongan miring. Alat bantu juga telah mampu meningkatkan keamanan pengguna, karena benda kerja tidak lagi ditahan/dipegang oleh tangan operator dan posisi tangan operator berada di luar area pemotongan daun gergaji sehingga kontak antara tangan dengan daun gergaji dan getaran yang dirasakan telah diminimalisir.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Assauri, Sofjan; 1993; “*Manajemen Produksi Dan Operasi edisi Empat*”; Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia, Jakarta.
- Darmanto, R.; 1999; “*Kesehatan Kerja di Perusahaan*”; PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Hoffman, Edward G.; 1996; “*Jig and Fixture Design Fourth Edition*”; Delmar Publishers Inc, New York.
- Mangkunegara, A. A.; 2001; “*Manajemen Sumber Daya Manusia Perusahaan*”; PT Remaja Rosda Karya, Bandung.
- Mesin Dasar Industri Kayu. http://www.tentangkayu.com/2008/02/mesin-dasar-industri-kayu_03.html (Diakses 25 Oktober 2012).
- Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia No Per. 08/MEN/VII/2010; “*Alat Pelindung Diri*”; 6 Juli 2010. http://betterwork.org/in-labourguide/wp-content/uploads/permenaker-08-2010-alat_pelindung_diri.pdf (Diakses 24 Oktober 2012).
- Rivai, V.; 2006; “*Manajemen Sumber Daya Manusia untuk Perusahaan dari Teori ke Praktik*”; PT Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Rong, Y. dan Y. Zhu; 1999; “*Computer Aided Fixture Design*”; Marcel Decker Inc, New York.
- Sarimurni dan Hari Prasetyo; 2001; “*Buku Pegangan Kuliah: Perencanaan dan Pengendalian Produksi*”; Jurusan Teknik Industri Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Yamit, Zulian; 2003; “*Manajemen Produksi dan Operasi Edisi Kedua*”; Ekonisia Fakultas Ekonomi UII, Yogyakarta..