

DIK RUTIN



LAPORAN KEGIATAN

**PENENTUAN PARAMETER PERMESINAN TERBAIK UNTUK  
MEMINIMASI PENYIMPANGAN GEOMETRI KESILINDRISAN  
BAUT SEGIENAM J-01 DENGAN METODE TAGUCHI**

Oleh :

Naniek Utami Handayani, S.Si, MT

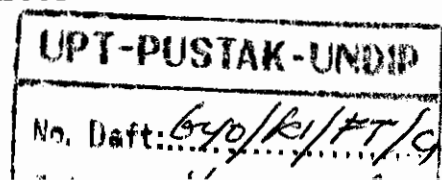
Ratna Purwaningsih, ST, MT

Zainal Fanani Rosyada, ST

---

Dibiayai dengan dana DIPA Universitas Diponegoro Nomor: 061.0/23-4.0/XIII/2005 Kode 5584-0036 MAK  
521114, sesuai dengan Perjanjian Tugas Pelaksanaan Penelitian Para Dosen Universitas Diponegoro,  
Nomor: 07A/J07.11/PG/2005, tanggal 0 Mei 2005

**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
NOVEMBER 2005**



# IDENTITAS DAN PENGESAHAN LAPORAN AKHIR PENELITIAN DIK RUTIN

- 1 a. Judul Penelitian : Penentuan Parameter Permesinan Terbaik untuk Meminimasi Penyimpangan Geometri Kesilindrisan Baut Segienam J-01 dengan Metode Taguchi.  
b. Bidang ilmu : Teknologi  
c. Kategori Penelitian : Pengembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi
- 2 Ketua Peneliti  
a. Nama Lengkap : Naniek Utami Handayani, S.Si, MT  
b. Jenis Kelamin : Perempuan  
c. Golongan/NIP : III B/ 132 300426  
d. Jabatan : Asisten Ahli  
e. Fakultas : Teknik
- 3 Jumlah Anggota Peneliti : 2 orang  
a. Nama Anggota Peneliti I : Ratna Purwaningsih, ST, MT  
b. Nama Anggota Peneliti II : Zainal Fanani Rosyada, ST
- 4 Lokasi penelitian : Bengkel Mesin CV Laksana
- 5 Kerjasama dengan institusi lain : -
- 6 Lama Penelitian : 6 (enam) bulan
- 7 Biaya yang diperlukan :  
a. Sumber dari : DIK RUTIN Undip tahun anggaran 2005  
b. Jumlah : Rp. 3.000.000,00 ( Tiga juta rupiah)

Semarang, 10 Oktober 2005  
Ketua Peneliti

Mengetahui  
Dekan Fakultas  
Pendidikan Ponegoro



(Naniek Utami H, S.Si, MT)  
NIP. 132 300 426

Menyetujui  
Ketua Lembaga Penelitian UNDIP



## Ringkasan

Proses permesinan adalah suatu proses mengubah bentuk, ukuran dan sifat permukaan material dengan mengurangi volume bahan sehingga menjadi produk yang sesuai dengan rancangan. Proses permesinan harus dirancang secara baik agar kualitas produk dapat sesuai dengan yang diinginkan. Penentuan parameter permesinan merupakan bagian dari perancangan tersebut.

Bengkel mesin laksana merupakan salah satu perusahaan permesinan di Semarang. Perancangan proses permesinan yang dilakukan Bengkel Mesin Laksana kurang baik, hal ini terlihat dari penyimpangan geometri yang terjadi pada produk Baut Segienam J-01. Penyimpangan ini dapat disebabkan oleh tidak tepatnya parameter permesinan yang digunakan sehingga terjadi lenturan akibat gaya pemotongan yang timbul. Walau secara teknis penyimpangan geometri tersebut tidak melewati batas toleransi yang ditetapkan, operator sebagai pelaksana produksi bertanggung jawab melakukan perbaikan kualitas dimana perbaikan tersebut memerlukan waktu dan effort lebih dalam proses produksi.

Eksperimen dilakukan dengan Metode Taguchi untuk menentukan setting parameter terbaik yang akan mengurangi penyimpangan geometri pada Baut J-01. Parameter permesinan yang dilibatkan dalam eksperimen adalah feed diidentifikasi sebagai faktor A, depth of cut sebagai faktor B dan spindle speed sebagai faktor C, serta dengan memperhatikan tingkat sensitivitas yang dimiliki terhadap faktor gangguan yaitu umur pahat atau faktor T. Tingkat sensitivitas ini diperlihatkan oleh variasi nilai penyimpangan geometri yang ditransformasikan ke dalam nilai Signal to Noise Ratio (SNR).

Eksperimen dijalankan dengan tiga level untuk tiap faktor. Dari hasil ANOVA, didapatkan bahwa faktor yang berpengaruh signifikan terhadap penyimpangan geometri adalah faktor A, faktor B dan faktor T serta interaksi antara faktor A dan T (AxT). Berdasarkan nilai rata-rata penyimpangan geometri dan nilai SNR yang dihasilkan, terlihat penggunaan level 1 faktor A (0,15 mm/putaran) dan level 2 faktor B (0,275 mm) menghasilkan nilai rata-rata penyimpangan geometri terkecil dan SNR paling mendekati nol, sedangkan level 3 faktor C (1100 rpm) dipilih untuk mempercepat waktu pemotongan karena pengaruhnya yang tidak signifikan. Eksperimen konfirmasi dilakukan dengan menggunakan parameter yang dianggap terbaik. Hasil eksperimen konfirmasi menunjukkan terdapat perbaikan rata-rata penyimpangan geometri sebesar 43,3% dan nilai SNR sebesar 22,6%.

## Abstract

Machining process is a process to transform material size, form, surface characteristic by reduce material volume in order to make product conform to design. Machining process must be designed well to obtain product quality. Machining parameter determination is a crucial part of the process design.

The research location is at Machine workshop Laksana Semarang . Machining process in there has not well yet. Hexagon bolts J-01 that have been producing there have geometric deviation from product design standard. It might be caused by incorrect setting of level machining parameters that have been used there. Although the deviation is not out of the product size tolerance, the operators must rework the nonconforming product and the rework process wasting more time, effort and cost .

Experiments use Taguchi method to determine the best level in machining parameter to reduce geometric deviation from standard Baut J-01. The machining parameters that will be determined in this research are feed rate, depth of cut, spindle speed. The design of experiments also consider the sensitivity of these parameters to noise factors : T factor and cutting tool life time factor. The sensitivity level can be seen in the geometric deviation which transformed in Signal to Noise Ratio (SNR) value.

Experiments do in three levels for each factor. ANOVA (Analysis of variance) result show the significant factor to geometric deviation: feed rate, depth of cut, T factor, interaction between that three factors, and interaction between feed rate and T factor. From the SNR value and mean value of geometric can be seen that the best machining parameter level to reduce geometric deviation and SNR are : feed rate 0.15 mm/rev, depth of cut 0.275 mm. Using Spindle speed 1100 rpm suggest to make cutting time faster. Than, these level used in confirmation experiment. This experiment reduce mean value of geometrical deviation 43.3 % and SNR value 22.6 %.

## PRAKATA

Puja dan puji syukur penulis haturkan kehadiran Allah SWT yang telah meridhoi penulisan laporan ini. Penulis juga menyampaikan rasa terima kasih kepada Lembaga Penelitian Universitas Diponegoro yang telah memberika kesempatan kepada penulis untuk melakukan penelitian dengan dukungan dana yang diberikan. Rasa hormat yang tinggi penulis juga sampaikan kepada rekan-rekan tim peneliti yang telah membantu kegiatan dan penulisan laporan penelitian ini. Semoga penelitian ini memberikan manfaat yang sebesar-besarnya bagi kita. Tidak ada gading yang tak retak untuk itu penulis mengharapkan masukan untuk menyempurnakan penelitian ini.

Semarang, 15 Nopember 2005-11-05

Tim Peneliti

## DAFTAR ISI LAPORAN AKHIR HASIL PENELITIAN DIK RUTIN

LEMBAR IDENTITAS DAN PENGESAHAN.....	i
RINGKASAN DAN SUMMARY.....	ii
PRAKATA .....	iv
DAFTAR ISI .....	v
DAFTAR TABEL .....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	viii
<b>I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
<b>II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>3</b>
2.1. Metode Taguchi .....	3
2.3 .Proses Permesinan .....	18
2.4 Toleransi Geometrik.....	26
<b>III TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN.....</b>	<b>27</b>
<b>IV. METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>28</b>
4.1. Penentuan Karakteristik Kualitas dan Metode Pengukuran .....	28
4.2. Studi Literatur dan Studi Lapangan.....	29
4.3. Identifikasi Faktor Berpengaruh.....	29
4.4. Identifikasi Faktor Terkontrol dan Tidak Terkontrol .....	31
4.5. Penentuan Level Faktor dan Interaksi yang Mungkin Terjadi .....	33
4.6. Penentuan Orthogonal Array dan Penugasan Faktor.....	34
4.7. Melakukan Eksperimen Berdasarkan Orthogonal Array.....	35
4.8. Analisis dan Interpretasi Hasil.....	36
4.9. Melakukan Eksperimen Konfirmasi .....	36
<b>V HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
5.1. Data Pendahuluan/Hasil Permesinan Aktual.....	37
5.1.1. Perhitungan Data Statistik.....	38
5.1.1. Perhitungan Loss Function.....	39
5.2. Eksperimen I.....	39
5.2.1. Pengujian Statistik data eksperimen I.....	40

5.2.2. Perhitungan Identifikasi Pengaruh Faktor/Interaksi Terhadap Rata-rata.....	42
5.2.3. Perhitungan Identifikasi Pengaruh Faktor/Interaksi Terhadap Variasi .....	46
5.2.4. Perhitungan Persentase Kontribusi ( <i>Percent Contribution</i> ).....	47
5.2.5. Perhitungan Selang Kepercayaan Untuk Kondisi Perlakuan.....	48
5.2.6. Pemilihan Level-Level Faktor Terbaik.....	49
4.2.7 Prediksi Hasil.....	50
5.3. Eksperimen II (Eksperimen Konfirmasi).....	51
5.3.1. Perhitungan Data Statistik.....	52
5.3.2. Perhitungan <i>Loss Function</i> .....	52
5.3.3. Perhitungan Waktu Pemotongan dan Umur Pahat.....	52
5.4. Analisis Karakteristik Kualitas dan Sistem Pengukuran.....	54
5.4.1. Analisis Pemilihan Faktor dan Level Faktor.....	54
5.4.2. Analisis Pemilihan Orthogonal Array dan Penugasan Faktor.....	55
5.5. Analisis Hasil Permesinan Aktual.....	56
5.6. Analisis Hasil Eksperimen I.....	56
5.6.1. Analisis Hasil Uji Statistik.....	56
5.6.2. Analisis Identifikasi Efek Faktor Terhadap Rataan.....	57
5.6.3. Analisis Identifikasi Efek Faktor Terhadap Variasi.....	58
5.6.4. Analisis Terhadap Faktor Berpengaruh.....	59
5.6.5. Analisis Persentase Kontribusi.....	61
5.6.6. Analisis Selang Kepercayaan Faktor untuk Kondisi Perlakuan.....	62
5.7. Analisis Hasil Eksperimen II (Eksperimen Konfirmasi).....	63
5.7.1. Analisis Terhadap Perbandingan Prediksi Hasil dan Hasil Eksperimen II.....	63
5.7.2. Analisis Terhadap Perbandingan Hasil Permesinan Aktual dan Hasil Eksperimen II	63
<b>VI KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>66</b>

## DAFTAR PUSTAKA

## LAMPIRAN

(termasuk instrumen penelitian, personalia tenaga peneliti beserta kualifikasinya, dll)

*Panduan Pelaksanaan Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat - VI*

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perhitungan Loss Function .....	4
Tabel 2.2 Matrik Orthogonal Array L9 .....	5
Tabel 2.3 Harga-harga yang Dibutuhkan untuk Uji Bartlet.....	13
Tabel 2.4 Analisis Variansi (ANOVA).....	16
Tabel 4.1 Faktor Terkontrol dan Tidak Terkontrol.....	32
Tabel 4.2 Faktor dan Noise yang Dilibatkan dalam Eksperimen .....	33
Tabel 4.3 Faktor Terkontrol yang Dieksperimenkan dan Tarafnya.....	33
Tabel 4.4 Level Fakor Gangguan .....	34
Tabel 4.5 Orthogonal array L9 .....	35
Tabel 4.6 Orthogonal array eksperimen .....	35
Tabel 4.7 Pelaksanaan percobaan berdasarkan pengacakan .....	36
Tabel 5.1 Parameter permesinan aktual proses <i>finishing</i> .....	38
Tabel 5.2 Penyimpangan geometri 15 produk aktual .....	38
Tabel 5.3 Loss function untuk tiap unit produk aktual .....	39
Tabel 5.4 Data penyimpangan geometri hasil eksperimen I.....	40
Tabel 5.5. Hasil Perhitungan Uji Runtun.....	41
Tabel 5.6. Efek faktor terhadap rata-rata.....	42
Tabel 5.7 Hasil perhitungan ANOVA .....	44
Tabel 5.8 Hasil Pooled Parsial 1 ANOVA .....	45
Tabel 5.9. Hasil Pooled Parsial 2 Iterasi 1 ANOVA.....	45
Tabel 5.10. Hasil transformasi rasio S/N.....	46
Tabel 5.11. Nilai SNR untuk tiap faktor dan levelnya.....	46
Tabel 5.12 Hasil perhitungan ANOVA rasio S/N .....	47
Tabel 5.13 Hasil Pooled parsial 1 ANOVA rasio S/N.....	47
Tabel 5.14. Hasil Perhitungan persentase efek faktor terhadap rata-rata.....	48
Tabel 4.15 Hasil Perhitungan persentase efek faktor terhadap variasi .....	48
Tabel 5.16 Parameter permesinan eksperimen konfirmasi .....	51
Tabel 5.17 Penyimpangan geometri hasil eksperimen konfirmasi .....	51
Tabel 5.18 Loss function hasil eksperimen konfirmasi .....	57
Tabel 5.19 Hasil akhir pooling ANOVA rasio S/N .....	58
Tabel 5.20 Hasil akhir pooling ANOVA rasio S/N.....	59



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bentuk <i>Taper</i> , <i>Barrel Shape</i> dan <i>Hourglass Shape</i> .....	1
Gambar 2.2 <i>Loss Function</i> .....	4
Gambar 2.3 Proses Bubut .....	22
Gambar 2.4 Mekanisme pembentukan geram & diagram kecepatan .....	22
Gambar 4.1 Tiga daerah titik pengukuran .....	29
Gambar 4.2 Diagram sebab akibat .....	29
Gambar 4.3 Pembagian interval umur pahat .....	34
Gambar 5.1 Efek tiap faktor terhadap rata-rata penyimpangan geometri .....	42
Gambar 5.2 Efek tiap faktor terhadap variasi penyimpangan geometri .....	46
Gambar 5.3 Hubungan faktor A dan Faktor T.....	49
Gambar 5.4 Plot grafik hasil Anova.....	57
Gambar 5.5. Efek tiap faktor terhadap rata-rata penyimpangan geometri .....	58

## I. Pendahuluan

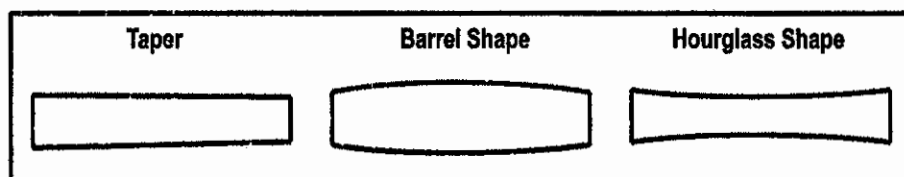
### 1.1. Latar Belakang

Dalam perekonomian yang semakin kompetitif, kualitas bukan lagi suatu pilihan tetapi merupakan strategi bisnis yang sangat penting. Tiap produk memiliki karakteristik yang menggambarkan performansinya relatif terhadap harapan dan permintaan konsumen (Ross, 1996, h.1). Kualitas produk diukur berdasarkan karakteristik yang dimiliki tersebut.

Bengkel Mesin Laksana adalah perusahaan yang bergerak dalam bidang industri permesinan. Perusahaan ini menerima order dari perusahaan lain maupun perusahaan yang tergabung dalam Grup Laksana. Salah satu divisi produksi dalam perusahaan ini adalah divisi produksi mesin CNC yang memproduksi produk subkontrak dengan jumlah dan waktu yang sifatnya konstan. Produk subkontrak tersebut terkonsentrasi pada permesinan CNC *turning* dengan bentuk produk silindris.

Dari hasil studi pendahuluan yang dilakukan terhadap salah satu produk subkontrak yaitu Baut Segienam J-01 ditemukan penyimpangan geometri yang cukup besar sampai dengan 40  $\mu\text{m}$ . Penyimpangan ini terjadi pada karakteristik kualitas diameter luar sepanjang 23 mm yang diindikasikan dengan perbedaan ukuran diameter di tiap titik pengukuran. Tiga bentuk penyimpangan geometri yang terjadi adalah *taper* (sebanyak 80%), *barrel shape* (8%) dan *hourglass shape* (12%) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.1. Bentuk-bentuk penyimpangan ini tergolong ke dalam suatu bentuk penyimpangan geometri kesilindrisan.

Walau penyimpangan ini tidak melebihi batas toleransi yang ditetapkan konsumen, operator sebagai pelaksana produksi harus melakukan perbaikan proses untuk memperbaiki kualitas produk dengan cara memperbaiki program CNC yang digunakan, sehingga penyimpangan geometri tersebut dapat diperbaiki. Dalam melakukan perbaikan proses, operator memerlukan waktu dan *effort* lebih diluar waktu produksi. Hal ini merupakan suatu kerugian karena waktu non produksi akan bertambah dan berhubungan erat dengan biaya produksi secara keseluruhan. Setelah perbaikan program CNC dilakukan, ternyata penyimpangan geometri tersebut tetap terjadi setelah beberapa kali proses permesinan dilakukan. Hal ini mengindikasikan bahwa terdapat faktor lain yang menyebabkan penyimpangan geometri tersebut.



Gambar 1.1 Bentuk *taper*, *barrel shape* dan *hourglass shape*. Sumber: Griffith, 1994.

Dalam proses permesinan, parameter permesinan harus direncanakan secara baik. Perencanaan tersebut penting untuk memperhitungkan gaya dan daya pemotongan yang terjadi. Gaya pemotongan bereaksi pada pahat dan benda kerja, yang selanjutnya akan diteruskan pada bagian-bagian tertentu mesin perkakas, yang akan mengakibatkan lenturan. Meskipun lenturan ini kecil, lenturan ini dapat menyebabkan kesalahan geometri produk maupun sumber getaran yang dapat memperpendek umur pahat (Rochim,1993,h.179). Gaya ini dipengaruhi oleh pahat (jenis dan geometrinya), benda kerja (jenis dan kondisi fisik) dan kondisi pemotongan, serta jenis proses permesinan yang dapat berciri spesifik (Rochim,1993,h.180).

Penyimpangan geometri yang selama ini terjadi pada Baut J-01 dapat disebabkan oleh kurang sesuainya parameter permesinan yang digunakan. Dengan kondisi tersebut maka diperlukan suatu parameter permesinan yang lebih baik dimana akan dihasilkan penyimpangan geometri yang minimal dan waktu yang terbuang akibat perbaikan yang dilakukan operator dapat dihilangkan.

## 1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya, permasalahan yang dapat diangkat pada penelitian ini adalah *mencari dan menentukan parameter permesinan terbaik untuk meminimasi gaya pemotongan yang menyebabkan penyimpangan geometri terjadi pada Baut J-01*. Metode yang digunakan adalah Metode Taguchi sebagai salah satu metode dalam disain eksperimen.

Langkah-langkah yang dilakukan untuk mencari parameter permesinan terbaik tersebut adalah:

1. Mencari faktor-faktor signifikan dalam proses permesinan bubut dan gangguan yang berpengaruh terhadap penyimpangan geometri.
2. Mencari parameter terbaik dari faktor signifikan tersebut untuk menghasilkan penyimpangan geometri paling minimal.

Batasan-batasan masalah yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Peneliti hanya akan meneliti satu karakteristik kualitas yaitu geometri diameter luar Baut Tipe J-01 sepanjang 23 mm.
2. Pengamatan dilakukan hanya pada satu mesin CNC *turning* tipe GCL-2BL.
3. Faktor dan level faktor yang digunakan dan dieksperimenkan disesuaikan dengan spesifikasi pahat dan mesin yang digunakan perusahaan.