APLIKASI METODE TAGUCHI PADA OPTIMASI PARAMETER PERMESINAN TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN DAN KEAUSAN PAHAT HSS PADA PROSES BUBUT MATERIAL ST 37

SKRIPSI
Diajukan Untuk memenuhi Sebagian Syarat Guna
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T.)
Pada Program Studi Teknik Mesin

OLEH :

ANGGER BAGUS PRASETIYO
NPM: 11.1.03.01.0013

FAKULTAS TEKNIK (FT)
UNIVERSITAS NUSANTARA PERSATUAN GURU REPUBLIK INDONESIA
2015

Skripsi Oleh :

ANGGER BAGUS PRASETIYO
NPM : 11.1.03.01.0013

Judul :

APLIKASI METODE TAGUCHI PADA OPTIMASI PARAMETER PERMESINAN TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN DAN KEAUSAN PAHAT HSS PADA PROSES BUBUT MATERIAL ST 37

Telah Diajukan Kepada
Panitia Ujian / Sidang Skripsi Program Studi Teknik Mesin

Tanggal : Agustus 2015

Pembimbing I	Pembimbing II
Rini Indriati, S.Kom,. M.Kom.	**Moh. Sigit Nuryakin, S.T.,M.T.**
NPM : 0725057003	

iii

Skripsi Oleh :

ANGGER BAGUS PRASETIYO
NPM : 11.1.03.01.0013

Judul :

APLIKASI METODE TAGUCHI PADA OPTIMASI PARAMETER PERMESINAN TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN DAN KEAUSAN PAHAT HSS PADA PROSES BUBUT MATERIAL ST 37

Telah dipertahankan di depan Panitia/Sidang Skripsi
Program Studi Teknik Mesin FT UNP Kediri
Pada tanggal: 31-08-2015

Dan Dinyatakan telah Memenuhi Persyaratan

Panitia Penguji:

1. **Ketua : Dr. Suryo Widodo, M.Pd.**
2. **Penguji I : Irwan Setyowidodo, M.Si.**
3. **Penguji II : Hesti Istiqlaliyah,S.T.,M.Eng.**

Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik

UNIVERSITAS NUSANTARA FAKULTAS TEKNIK PGRI KEDIRI

Dr. Suryo Widodo, M.Pd
NIDN : 0002026403

iv

APLIKASI METODE TAGUCHI PADA OPTIMASI PARAMETER PERMESINAN TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN DAN KEAUSAN PAHAT HSS PADA PROSES BUBUT MATERIAL ST 37

ANGGER BAGUS PRASETIYO
11.1.03.01.0013
TEKNIK – TEKNIK MESIN
anggerbprasetiyo@gmail.com
Rini Indriarti, S.Kom.,M.Kom. dan Moh. Sigit Nuryakin, S.T.,M.T.
UNIVERSITAS NUSANTARA PGRI KEDIRI

ABSTRAK

Proses bubut (turning) dalam industri manufaktur merupakan salah satu proses yang digunakan dalam pemotongan logam. Pada proses penyelesaian pekerjaan , selain dimensi produk jadi, kekasaran permukaan merupakan salah satu karakteristik kualitas yang kritis. Secara khusus, kekasaran permukaan memegang peranan penting dalam kualitas produk dan merupakan salah satu parameter penting, selain kekasaran permukaan pengukuran keausan pahat juga diperlukan karena dalam proses permesinan harga produksi banyak dipengaruhi oleh penggunaan pahat.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui : (1) besaran kontribusi faktor – faktor pada proses bubut seperti : putaran spindel, gerak makan, dan kedalaman potong dalam mengurangi variasi respon kekasaran permukaan dan keausan pahat HSS pada proses bubut material ST 37. (2) Menentukan kombinasi faktor kecepatan potong, gerak makan, kedalaman potong untuk menghasilkan respon yang optimum pada proses bubut, sehingga dapat meminimumkan kekerasan permukaan dan keausan pahat.

Proses permesinan menggunakan Mesin bubut *turning merk Ann Yang Machinery CO. LTD, Taiwan type DY-380X000G* dilaksanakan di SMK Negeri 1 Kertosono. Pengujian Kekasaran permukaan dan keausan pahat HSS dilaksanakan di Laboratorium Manufaktur, Teknik Mesin, Institut Teknologi Surabaya. Metode optimasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode Taguchi dibantu software Minitab 17 untuk mengetahui karakteristik performansi dari parameter permesinan.

Hasil Penelitian proses permesinan *Bubut turning type DY-380X000G* pada material ST 37 yang paling besar dari ketiga faktor yang diuji untuk kekasaran permukaan benda kerja adalah kecepatan potong yaitu 4,65 sedangkan untuk keausan pahat adalah gerak makan yaitu 1,36.

Kata Kunci : Kekasaran permukaan, Keausan pahat, Metode Taguchi.

PENDAHULUAN

Proses bubut (*turning)* dalam industri manufaktur merupakan salah satu proses yang digunakan dalam pemotongan logam. Lebih kurang 80% dari keseluruhan kegiatan yang ada pada operasi proses pemotongan logam menggunakan proses bubut (Nakaminami dkk. 2007). Operasi pemotongan yang dapat dilakukan menggunakan proses bubut diantaranya *straight turning, taper turning, profiling, turning and ecternal grooving, cutting with a form tool, facing, face grooving, boring and internal grooving, drilling, cutting off, threading serta knurling* (Kalpakjian dan Schmid, 2001).

Perkembangan *cutting tool* seperti pahat bubut jenis carbide, CBN, keramik, dan *inserts tool* sudah semakin maju. Meskipun demikian, jenis pahat konvensional salah satunya jenis pahat HSS *(high speed steel)* masih tetap digunakan (Rochim, 1993) terutama di bengkel produksi yang bersekala kecil sampai menengah (Firmansyah dkk, 2010). Hal ini dimungkinkan karena pahat jenis HSS bersifat liat, mudah diasah, harga lebih rendah, mudah didapat serta memungkinkan aplikasi pengerjaan dengan pemotongan (*speed and feed*) yang lebih rendah.

Penggunaan baja telah mengalami peningkatan yang cukup pesat di industri manufaktur, dimana sebagaian ditentukan oleh nilai ekonomisnya (Surdia dan Saito, 1999). Baja ST 37 merupakan salah satu jenis baja karbon rendah yang memiliki sifat mudah di tempa dan mudah di proses permesinan. Pahat bubut HSS banyak digunakan untuk melakukan proses permesinan baja ST 37 dalam pembuatan roda gigi, poros dan baut.

Pada proses penyelesaian pekerjaan, selain dimensi produk jadi, kekasaran permukaan (*surface roughness*) merupakan salah satu karakteristik kualitas yang kritis (*Critical to Quality Charactersistcs*/CTQ) yang penting untuk menunjukkan kualitas pengerjaan. Secara khusus, kekasaran permukaan memegang peranan penting pada kualitas produk dan merupakan salah satu parameter yang penting untuk mengevaluasi dari hasil proses keakurasian permesinan (Petropoulos dkk, 2009). Selain kekasaran permukaan, pengukuran keausan pahat (*tool wear*) juga diperlukan, karena dalam proses permesinan harga produksi banyak dipengaruhi oleh penggunaan pahat. Semakin pendek umur pahat, semakin cepat pula pahat harus diganti, sehingga biaya yang dikeluarkan juga semakin besar. Banyak penelitian yang menunjukkan kecepatan potong (*cutting speed*), kedalaman potong (*depth of cut*), dan gerak makan (*feed*) memiliki pengaruh terhadap keausan pahat dan kekasaran permukaan benda kerja. Zulhendri dan Yusri., (2008) menggunakan metode Taguchi untuk menentukan rancangan eksperimen, dengan parameter proses yang meliputi kecepaatan potong, kedalaman potong dan gerak makan, masing-masing 3 level pada proses bubut material St. 37 dengan pahat Widia CNGA-120408T. Hasil penelitian menunjukkan parameter yang berpengaruh pada respon secara optimal adalah gerak makan pada level 1atau 0,112 mm/rev dan kecepatan potong pada level 3 atau 110 m/min.Wibowo dkk., (2013) menggunakan metode Taguchi dan Grey Relational Analysis (GRA) untuk melakukan optimasi pada proses bubut material Baja S45C dengan Pahat sisipan KORLOY CVD *Coated Carbide* tipe TNMG.

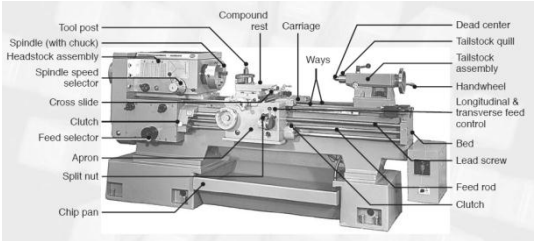
Metode Taguchi digunakan untuk menentukan rancangan eksperimen, dengan parameter proses yang meliputi kecepaatan potong, kedalaman potong dan gerak makan. GRA digunakan untuk mengoptimalkan kondisi pemotongan agar diperoleh nilai gaya potong, kekasaran permukaan dan keausan tepi pahat yang diinginkan. Hasil optimasi menunjukkan parameter yang berpengaruh pada respon

secara optimal adalah gerak makan sebesar 54,56%, kedalaman potong sebesar 3,12% dan kedalaman potong sebesar 36,66%. Berdasarkan hal-hal yang telah dipaparkan, maka akan dilakukan penelitian tentang penentuan *setting* parameter-parameter pemesinan pada proses bubut untuk meminimalkan kekasaran permukaan dan keausan pahat. Rancangan penelitian yang akan digunakan adalah metode Taguchi. Material yang akan digunakan dalam penelitian proses bubut ini adalah ST. 37.

Proses Pemesinan Bubut

Proses pemotongan logam merupakan salah satu proses penting dan terkenal dalam proses manufaktur di industri, bahkan proses pemesinan telah menjadi lini dari industri manufaktur sejak revolusi industri (Venkata, 2006). Penelitian tentang proses pemotongan logam biasanya difokuskan pada sifat mampu material yang mencakup umur pahat, gaya-gaya potong, kekasaran permukaan, laju pembuangan geram, dan bentuk geram. Selain itu, penelitian juga difokuskan pada penentuan kombinasi parameter pemesinan yang berpengaruh terhadap efisiensi proses dan karakteristik kualitas dari produk yang dihasilkan (Gupta, 2010).

Proses bubut merupakan salah satu jenis proses pemotongan logam yaitu proses yang digunakan untuk mengubah geometri suatu material logam menjadi produk dengan cara memotong benda kerja. Salah satu proses bubut yang cukup banyak digunakan adalah proses bubut silindris. Pada proses ini, pemotongan benda kerja dilakukan dengan membuat sayatan yang merupakan hasil penekan pahat pada benda kerja. Untuk melakukan pemotongan, pahat digerakkan secara translasi dan sejajar dengan sumbu dari benda kerja yang berputar.



Gambar 1. Konstruksi Mesin Bubut (Kalpakjian, 2008)

Pahat HSS

Pahat HSS merupakan salah satu perkakas penting yang dipergunakan dalam proses bubut. Untuk menjamin proses ini, diperlukan material pahat yang lebih unggul daripada material benda kerja (Rochim, 1993). Beberapa unsur paduan W, Cr, V, Mo dan Co meningkatkan sifat keras dan kuat pada temperatur kerja yang tinggi *(hot hardness)*. Pengaruh unsur-unsur tersebut dengan unsur dasarnya besi (Fe) dan karbon (C) adalah (Rochim, 1993):

1. Tungsen / Wolfram (W)
   Unsur ini dapat membentuk karbida yaitu paduan yang sangat keras (Fe_4W_2C) yang menyebabkan kenaikan temperatur untuk proses hardening dan tempering. Dengan demikian *hot hardeness* dipertinggi.

2. Chromium (Cr)
   Menaikkan *hardenability* dan *hot hhardness*. Chrom merupakan elemen pembentuk karbida, akan tetapi juga menaikkan sensitifitas terhadap *overheating*.

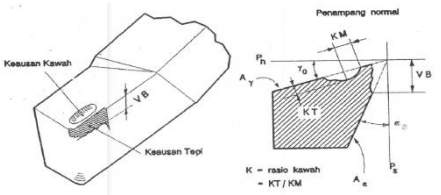
3. Vanadium (V)
   Menurunkan sensitifitas terhadap overheating serta menghaluskan butir.

Vanadium juga merupakan elemen pembentuk karbida.

4. Molybdenum (Mo)
   Mempunyai efek yang hampir sama seperti Wolfram tetapi lebih terasa. Lebih liat sehingga mampu menaikkan beban kejut. Lebih sensitif terhadap beban kejut.

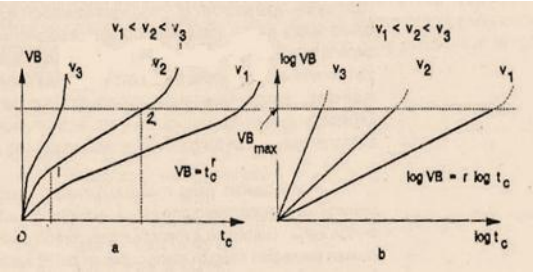
Umur Pahat

Gesekan yang terjadi pada pahat oleh permukaan geram yang mengalir dan permukaan benda kerja yang telah terpotong, mengakibatkan pahat mengalami keausan. Hal ini disebabkan oleh tekanan yang besar akibat gaya potong serta temperatur yang tinggi. Keausan dan kerusakan pada pahat terjadi akibat adanya suatu proses abrasif, kimiawi, adhesi, difusi, oksidasi, deformasi plastik, serta keretakan dan kelelahan. Keausan pahat ini akan makin membesar sampai batas tertentu sehingga pahat tidak dapat dipergunakan lagi atau pahat telah mengalami kerusakan. Lamanya waktu untuk mencapai batas keausan ini yang didefinisikan sebagai umur pahat (*tool life*). Jenis keausan pahat terdiri dari keausan kawah *(crater wear)* dan keausan tepi *(flank wear)* seperti pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Keausan kawah dan keausan tepi (Kalpakjian, 2008)

Pertumbuhan keausan tepi pahat pada umumnya mengikuti bentuk sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3 Pada awal pahat digunakan, keausan tepi pahat terjadi dengan pertumbuhan yang relatif cepat sesaat, kemudian diikuti pertumbuhan yang linier seiring dengan bertambahnya waktu pemotongan, dan pada akhirnya pertumbuhan keausan tepi pahat yang cepat terjadi lagi



Gambar 3 Pertumbuhan keausan tepi pahat yang digunakan untuk memotong benda kerja pada suatu kondisi pemotongan tertentu dengan kecepatan potong yang berbeda (Rochim, 1993).

Data mengenai umur pahat ini sangat diperlukan dalam perencanaan proses pemesinan suatu komponen/produk, seperti penentuan waktu pengantian pahat supaya keausan pahat tidak mempengaruhi ketelitian dimensi produk (Richard, 2007). Umur pahat menurut kriteria yang direkomendasikan oleh ISO (*International Organization for Standardization*) 3685:1993(E) adalah periode waktu pemotongan dimana rata-rata keausan tepi pahat (VB) mencapai 0,3 mm dan/atau keausan tepi pahat maksimum bernilai 0,6 mm.

Kekasaran Permukaan

Kekasaran permukaan yang banyak digunakan adalah kekasaran rata-rata aritmetik. Rochim, (2001) mendefinisikan kekasaran rata-rata aritmetik ini sebagai harga rata-rata aritmetik bagi harga

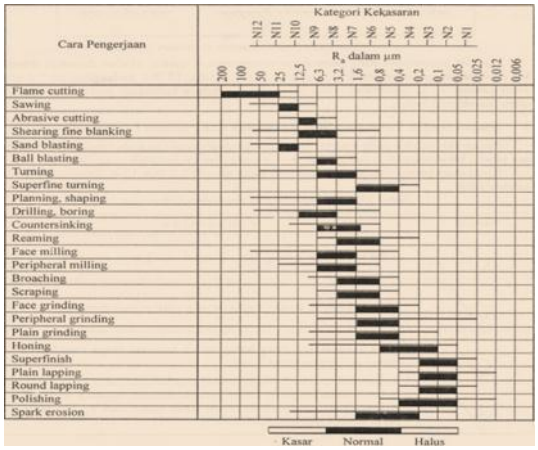
absolutnya jarak antara profil terukur dan profil tengah.

Tabel 1. Nilai Kekasaran Dan Tingkat Kekasaran (Rochim, 2001).

Kekasaran, R_a (μm)	Tingkat kekasaran	Panjang sampel (mm)
50	N12	8
25	N11	
12,5	N10	2,5
6,3	N9	
3,2	N8	0,8
1,6	N7	
0,8	N6	
0,4	N5	
0,2	N4	0,25
0,1	N3	
0,05	N2	
0,025	N1	0,08

Beberapa nilai contoh kekasaran yang dapat dicapai oleh beberapa cara pengerjaan diperlihatkan oleh Tabel 2 (Rochim, 2001).

Tabel 2. Nilai kekasaran yang dicapai oleh beberapa pengerjaan



Metode Taguchi

Metode Taguchi memperkenalkan pendekatan desain eksperimen yang dapat merancang suatu produk dan proses yang *robust* terhadap kondisi lingkungan, mengembangkan kualitas produk yang *robust* terhadap variasi komponen dan meminimalkan variasi di sekitar target. Metode Taguchi memiliki beberapa kelebihan bila dibandingkan dengan metode desain eksperimen lainnya. Kelebihan-kelebihan tersebut antara lain (Soejanto, 2009). Oleh karena metode Taguchi memiliki struktur rancangan yang sangat kompleks, maka metode ini juga memiliki rancangan yang mengorbankan pengaruh interaksi yang cukup signifikan. Untuk mengatasi hal tersebut, pemilihan rancangan percobaan harus dilakukan secara hati-hati dan sesuai dengan tujuan penelitian.

METODE PENELITIAN

Alat dan bahan:

Rincian peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah

1. Benda Kerja adalah material Baja ST-37. Material ini memiliki dimensi 35 x 25 mm.
2. Pahat HSS merk BOHLER. Pahat tersebut mempunyai uran 3/8 x 4 inc.
3. Mesin Bubut Manual Merk Ann Yang Machinery CO. LTD, Taiwan Model : DY-380X000G
4. Nikon Measurescope untuk mengukur keausan pahat
5. Mitotuyo Surface Roughness Tester untuk mengukur kekasaran permukaan.
6. Mistar ingsut
7. Meja rata
8. V-blok
9. *Dial indicator* dan Pemegangnya

Gambar 3. Nikon *Measurescope*

Gambar 4. Mitutoyo *Surftest* 301-1

Rancangan Percobaan

1. Seting Faktor Pada Mesin Freis CNC

Rancangan eksperimen ini diawali dengan pemilihan matriks ortogonal yang tergantung dari banyaknya variabel kontrol dan level dari masing-masing variabel tersebut. Tabel 3 menunjukkan jenis variabel bebas, jumlah level dan nilai dari variabel bebas yang digunakan pada penelitian ini.

Tabel 3. Variabel bebas dan pengaturan level

Variabal bebas			level 1	level 2	level 3
A.	Kecepatan Potong (n)	Rpm	250	540	850
B.	Gerak makan (f)	inci/put	0.057	0,113	0.226
C.	Kedalaman potong (a, inci)	Inci	0,5	0,75	1

2. Pemilihan Matrik Ortogonal

Matrik ortogonal yang akan digunakan harus memiliki derajat kebebasan yang sama atau lebih besar daripada total derajat kebebasan faktor dan level yang telah ditetapkan. Tabel 4. menunjukkan jenis variabel bebas, jumlah level dan nilai dari variabel bebas yang digunakan pada penelitian ini.

Tabel 4. Variabel Bebas Penelitian

Variabel Bebas	Level	Nilai Variabel		
Kecepatan Potong (n, rpm)	3	200	540	1500
Gerakn makan (*f*, inci/put)	3	0.050	0.198	0.791
Kedalaman pemakanan (a, inci)	3	0,5	1,5	2,5

Berdasarkan banyaknya variabel bebas dan jumlah level yang ditunjukkan pada Tabel 4., dilakukan perhitungan derajat kebebasan untuk menentukan Matrik ortogonal yang digunakan. Hasil perhitungan tersebut disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Total Derajat Kebebasan Variabel Bebas Dan Levelnya

No	Variabel Bebas	Jumlah Level (k)	υ_n (k-1)
1	Kecepatan Potong (n, rpm)	3	2
2	Gerak makan (*f*, inci/put)	3	2
3	Kedalaman pemakanan (a, inci)	3	2
Total derajat kebebasan			6

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 5. didapatkan 6 derajat kebebasan untuk rancangan eksperimen ini, sehingga matrik ortogonal yang digunakan adalah $L_9(3^4)$. Matrik ortogonal jenis L_9 memiliki 4 kolom dan 9 baris yang mampu digunakan untuk empat buah variabel bebas yang masing-masing memiliki 3 level. Rancangan eksperimen untuk penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 6 berikut ini.

Tabel 6 Matrik Ortogonal

NO	PARAMETER PEMESINAN		
	Kecepatan Potong	Gerak makan	Kedalaman pemakanan
1.	1	1	1
2.	1	2	2
3.	1	3	3
4.	2	1	2
5.	2	2	3
6.	2	3	1
7.	3	1	3
8.	3	2	1
9.	3	3	2

Pengambilan data eksperimen dilakukan secara acak dengan kombinasi parameter mengacu pada rancangan percobaan yang sesuai dengan matrik ortogonal pada Tabel 6. Pengacakan ini dilakukan dengan menggunakan bantuan lunak perangkat *Minitab 16*. Pada setiap kombinasi parameter, eksperimen akan dilakukan dengan pengulangan sebanyak dua kali untuk mewakili pengujian kehandalan data.

Prosedur Percobaan

Langkah-langkah eksperimen yang akan dilakukan pada penelitian ini untuk mendapatkan kekasaran permukaan dan keausan pahat adalah sebagai berikut:

a. Menyiapkan spesimen uji yang meliputi: penyesuaian ukuran, perataan, pembersihan spesimen dari kotoran-kotoran yang dapat mengganggu proses pemotongan dan penomoran spesimen.
b. Menyiapkan pahat bubut HSS dengan memberi penomoran pengujian.
c. Memasang spesimen baru pada *chuck* yang terdapat pada mesin bubut dan melakukan pemeriksaan bahwa benda kerja berada pada posisi terpusat.
d. Memasang pahat baru pada pemegang pahat.
e. Menghidupkan mesin bubut dan menyeting parameter-parameter yang telah ditetapkan sesuai dengan rancangan eksperimen.
f. Melaksanakan proses pembubutan sesuai kombinasi parameter pada spesimen uji sepanjang 0,788 inci selama lama 20 menit.
g. Melepaskan benda kerja dari ragum setelah proses pemotongan selesai.
h. Melepas pahat bubut HSS pada pemegang pisau.
i. Mengulang langkah ketiga hingga kedelapan untuk spesimen dan kombinasi parameter berikutnya.

Langkah-langkah dari pengukuran kekasaran permukaan adalah sebagai berikut:

a. Lakukan kalibrasi sensor pada *surface roughness tester*.
b. Letakkan spesimen uji pada V-blok.
c. Ujung sensor dari *surface roughness tester* disentuhkan pada specimen uji.
d. *Surface roughness tester* diaktifkan untuk melakukan proses pengukuran kekasaran permukaan sepanjang 0,197 inci.
e. Hasil kekasaran permukaan dapat dilihat pada layar *display surface roughness tester*.
f. Spesimen uji dibebaskan dari ujung sensor *surface roughness tester* untuk diletakkan pada permukaan.
g. Langkah ketiga hingga keenam diulang kembali untuk mendapatkan hasil kekasaran permukaan pada spesimen uji yang sama. Hal ini dilakukan berulang hingga mendapatkan 3 data nilai kekasaran aritmatika (Ra) untuk pada tiap spesimen uji.

Langkah-langkah dari pengukuran keausan tepi pahat (VB) pada pahat bubut HSS dengan menggunakan *measurescope* adalah sebagai berikut:

a. Letakkan pahat bubut HSS secara sejajar pada meja *mesurescope* dalam arah tegak lurus dengan sumbu optic.
b. Keausan pahat bubut HSS diukur pada ujung mata pahat yang digunakan untuk membubut. Pengukuran dilakukan dengan menempatkan tepi mata potong sebelum aus sejajar dan tepat berada

pada salah satu sumbu referensi (dalam pengukuran ini dipergunakan sumbu X). Selanjutnya, posisi pahat sebelum aus pada sumbu X digeser sampai sejauh pada pahat yang mengalami aus. Nilai pengukuran pada masing-masing posisi ditunjukkan oleh spindel pengukuran yang terdapat pada *measurescope*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan eksperimen dilakukan dengan mengkombinasikan faktor – faktor yang terdapat pada mesin bubut *Merk Ann Yang Machinery Model DY-380X000G*, yaitu variabel – variabel proses putaran poros utama, kecepatan makan dan kedalaman pemakanan radial. Data hasil eksperimen yang diambil pada penelitian ini adalah keausan tepi pahat dan kekasaran permukaan.

Rincian tentang data keausan tepi pahat dan kekasaran permukaan masing – masing dapat dilihat pada lampiran. Hasil eksperimen secara keseluruhan ditunjukkan pada Tabel 7

Tabel 7. Data Hasil Eksperimen

Setting Faktor Kombinasi Ke -	Kekasaran Permukaan (µm)	Keausan Tepi Pahat (µm)
1	1,86	0,535
2	4,29	1,121
3	9,24	1,144
4	2,05	0,884
5	3,04	1,654
6	5,37	0,813
7	10,7	0,827
8	3,26	1,071
9	10,18	2,282

Sumber : Hasil Pengukuran Pada Eksperimen.

Pengambilan data untuk keausan tepi pahat dan kekasaran permukaan dilakukan sebanyak 2 pengulangan dengan menggunakan spesimen yang berbeda untuk tiap pengulangannya. Untuk mendapat keausan tepi pahat digunakan lebih dari 1 spesimen pada satu kombinasi faktor.

Tabel 8. Rasio S/N untuk Masing – masing Respon

No	N	*f*	a	S/N (Ra)	S/N VB
1	250	0,057	0,5	-5,39026	5,43292
2	250	0,113	0,75	-12,6491	-0,99211
3	250	0,226	1	-19,3134	-1,16852
4	540	0,057	0,75	-6,2351	1,07095
5	540	0,113	1	-9,6575	-4,37071
6	540	0,226	0,5	-14,5995	1,79819
7	850	0,057	1	-20,5877	1,64989
8	850	0,113	0,5	-10,2644	-0,59579
9	850	0,226	0,75	-20,1550	-7,16631

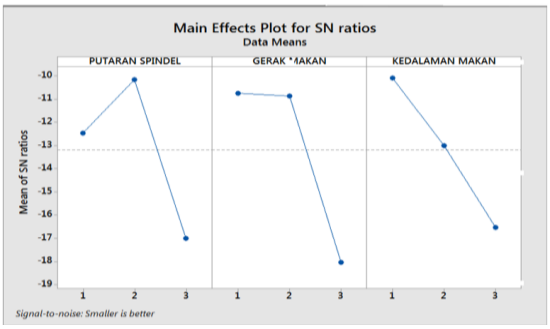
Nilai Rata – Rata S/N Rasio

Untuk faktor kontrol untuk mengidentifikasi pengaruh level dari faktor terhadap rata – rata kekasaran permukaan dan keausan pahat dilakukan pengolahan data respon (kekasaran permukaan dan keausan pahat) yang diperoleh langsung dari pengujian kekasaran permukaan dan keausan pahat. Perhitungan nilai rata-rata kekasaran permukaan dan keausan pahat melalui kombinasi level dari masing-masing faktor. Untuk respon kekasaran permukaan, pengaruh levelnya terlihat pada tabel 9. berikut.

Tabel 9. S/N untuk respon nilai kekasaran permukaan.

Level	Kecepatan Potong	Gerak Makan	Kedalaman Makan
1	-12,45	-10,74	-10,08
2	-10,16	-10,86	-13,01
3	-17,00	-18,02	-16,52
Delta	6,84	7,28	6,43
Rank	2	1	3

Berdasarkan hasil rata rata S/N rasio pada tabel 9 grafik respon S/N dapat dilihat pada gambar 5. berikut.

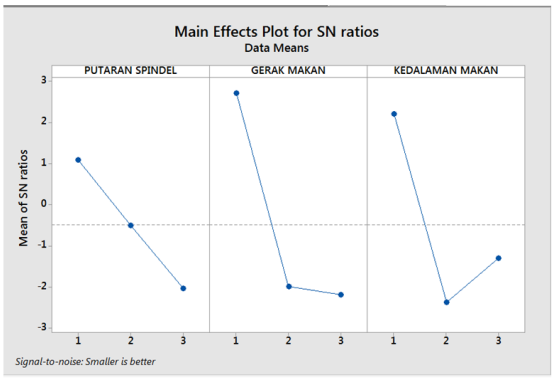


Gambar 5. Grafik S/N rasio untuk kekasaran permukaan.

Tabel 10. S/N untuk respon nilai keausan permukaan.

Level	Kecepatan Potong	Gerak Makan	Kedalaman Makan
1	1,0908	2,7179	2,2118
2	-0,5005	-1,9862	-2,3625
3	-2,0374	-2,1789	-1,2964
Delta	3,1282	4,8968	4,5743
Rank	3	1	2

Berdasarkan hasil rata rata S/N rasio pada tabel 10 grafik respon S/N dapat dilihat pada gambar 6 berikut.



Gambar 6. Grafik S/N rasio untuk keausan permukaan.

Analisa Tabel dan Grafik S/N ratio

Berdasarkan analisa dan grafik pada tabel 9. dan gambar 5. yang mempengaruhi respon kekasaran permukaan adalah gerak makan pada level 1, putaran spindel pada level 2, kedalaman makan pada level 1 seperti pada tabel 11. berikut.

Tabel 11. Respon Optimum Yang Mempengaruhi Kekasaran Permukaan

Faktor	Tingkatan Level	Nilai Level
Kecepatan Potong	Level 2	540 rpm
Gerak Makan	Level 1	0,057 mm/put
Kedalaman Makan	Level 1	0,5 mm

Sedangkan respon yang mempengaruhi keausan pahat adalah gerak makan pada level 1, kedalaman makan pada level 1, putaran sprindel pada level 1.

Tabel 12. Respon Optimum Yang Mempengaruhi Keausan Pahat

Faktor	Tingkatan Level	Nilai Level
Kecepatan Potong	Level 1	250 rpm
Gerak Makan	Level 1	0,057 mm/put
Kedalaman Makan	Level 1	0,5 mm

Analisa Variasi

Analisa variasi (ANAVA) digunakana untuk mengetahui variabel proses yang memiliki pengaruh secara signifikan. Dengan menggunakan softwere minitab hasil ANAVA respon kekasaran permukaan dengan faktor putaran spindel, gerak makan, kedalam makan tampak pada tabel 13. ANAVA berikut.

Tabel 13. Analisa Varian untuk Rasio S/N Kekasaran Permukaan.

Variasi	DF	Adj SS	Adjn MS	F- Value	P- Value
Kecepatan Potong	2	32,001	16,001	4,65	0,177
Gerak Makan	2	35,715	17,857	0,162	0,162
Kedalaman Pemakanan	2	26,010	13,005	3,78	0,209
Eror	2	6,879	3,440		
Total	8	100,606			

Tabel 13 di atas adalah tampilan pengolahan data yang menggunakan program minitab. Pada tabel 13 tersebut dapat kita simpulkan beberapa hal. Jika nilai $P < 0,05$ berarti tidak ada faktor yang paling signifikan yang berpengaruh pada kekasaran permukaan.

Nilai F Paling besar dari ketiga faktor yang di uji adalah putaran spindel yaitu 4,65 artinya kecepatan potong memberikan pengaruh paling besar terhadap kekasaran permukaan. Sedangkan ANAVA respon keausan pahat dengan faktor putaran spindel, gerak makan, kedalam makan tampak pada tabel 14. ANAVA berikut.

Tabel 14. Analisa Varian untuk Rasio S/N Keausan Pahat.

Variasi	DF	Adj SS	Adjn MS	F- Value	P- Value
Kecepatan Potong	2	0,3217	0,1608	0,59	0,630
Gerak Makan	2	0,7429	0,3715	1,36	0,424
Kedalaman Makan	2	0,5980	0,2990	1,09	0,478
Eror	2	0,5467	0,2734		
Total	8	2,2094			

Tabel 14. di atas adalah tampilan pengolahan data yang menggunakan program minitab. Pada tabel 4.8 tersebut dapat kita simpulkan beberapa hal. Jika nilai $P < 0,05$ berarti tidak ada faktor yang paling signifikan yang berpengaruh pada keausan pahat. Nilai F Paling besar dari ketiga faktor yang di uji adalah F untuk faktor gerak makan yaitu 1,36 artinya gerak makan memberikan pengaruh paling besar terhadap kekasaran permukaan.

Perhitungan Rasio S/N

Perhitungan nilai rasio S/N tergantung pada jenis karakteristik kualitas dari respon. Respon keausan tepi pahat dan kekasaran permukaan memiliki karakteristik kualitas semakin kecil semakin baik. Rasio S/N dari kedua respon tersebut dihitung dengan menggunakan persamaan.

$$S/N = -10 \log\left[\sum_{i=1}^{n} \frac{y_i^2}{n}\right]$$

Contoh perhitungan rasio S/N dari kekasaran permukaan untuk kombinasi setting faktor pertama dengan karakteristik kualitas semakin kecil semakin baik adalah sebagai berikut :

$$S/N = -10 \log\left[\sum_{i=1}^{n} \frac{y_i^2}{n}\right]$$

S/N (Ra) = - 10 log (1,86)² = - 5,39026

= - 10 log (1,86 x 1,86) = - 5,39026

= - 10 log (3,4596) = - 5,39026

S/N (Ra) = - 5,39026

Sesuai dengan perhitungan yang telah dilakukan, nilai rasio S/N yang di peroleh untuk masing – masing respon yang di amati pada masing – masing kombinasi faktor ditunjukakan pada tabel 8. berikut ini.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil eksperimen dan analisis yang telah dilakukan, maka penelitian yang berjudul Aplikasi Metode Taguchi Pada Optimasi Parameter Permesinan Terhadap Kekerasan Permukaan Dan Keausan Pahat HSS Pada Proses Bubut Material ST 37 dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Kombinasi dari variabel – variabel proses yang signifikan untuk kekasaran permukaan adalah sebagai berikut :
   a. Gerak makan pada level 1 adalah 0,057 mm/put.
   b. Putaran spindel pada level 2 adalah 540 rpm.
   c. Kedalaman makan pada level 1 adalah 0,5 mm.
2. Kombinasi dari variabel – variabel proses yang signifikan untuk keausan pahat adalah sebagai berikut :
   a. Gerak makan pada level 1 adalah 0,057 mm/put.
   b. Putaran spindel pada level 1 adalah 250 rpm.
   c. Kedalaman makan pada level 1 adalah 0,5 mm.
3. Kombinasi dari variabel – variabel proses yang signifikan untuk meminimumkan kekasaran permukaan adalah sebagai berikut:
   - Putaran spindel yaitu 4,65.
4. Kombinasi dari variabel – variabel proses yang signifikan untuk meminimumkan keausan pahat adalah sebagi berikut.
   - Gerak makan pada level 1 yaitu 1,36.

DAFTAR PUSTAKA

Budiman, H. dan Richard, R. 2007. *Analisis Umur dan Keausan Pahat Karbida untuk Membubut Baja Paduan (ASSAB 760) dengan Metoda Variable Speed Machining Test.*Jurnal Teknik Mesin Petra. Vol. 9. hal. 31-39.

Gaitonde. V.N., Karnik S.R., Figueira Luis, Davim J. Paulo. 2009 Machinability investigations in hard turning of AISI D2 cold work tool steel with conventional and wiper ceramic inserts. *International Journal of Refractory Metals & Hard Materials*. Vol 27. Pp 754–76.

Gupta, A., Singh, H. and Aggrawal A. 2011. Taguchi-Fuzzy Multi Output Optimization (MOO) in High Speed CNC Turning of AISI P-20 Tool Steel. *Journal Systems with Applications*. Vol. 38. pp. 6822-6828.

Hsiang, Su-H. dan Lin, Y.W. 2009. Optimization of The Extrusion Process for Magnesium Alloy Sheets using The Fuzzy based Taguchi Method. *The Arabian Journal for Science and Engineering.* Volume 34. Number 1C.

ISO 3685. 1993. Tool-Life Testing With Single-Point Turning Tools. *International Standard*. Seconnd edition.

Juhana, O. dan Suratman, M. 2000. *Menggambar Teknik Mesin dengan Standar ISO*. Bandung: Pustaka Grafika.

Kalpakjian, S. dan Steven, R.S. 2001. *Manufacturing Processes for Engineering Materials*. New Jersey. Prentice Hall.

Montgomery, D. C. 2009. *Design and Analysis of Experimen*. John Wiley & Sons, Inc. New York.

Nakaminami, M., Tokuma, T., Moriwaki, T., dan Nakamoto, K. 2007. Optimal Structure Design Methodology for Compound Multiaxis Machine Tool- I-Analysis of Requirements and Specification. *Paper Manufacturing Technology Departement*. MORI SEIKI CO.LTD.

Oktem, H., Erzurumlu, T. dan Kurtaran, H. 2005. Application of Respon Surface Methodology in the Optimization of Cutting Conditions for Surface Roughness. *Journal of Materials Processsing Technology.* Vol. 170. hal. 11-16.

Park, S.H. 1996. *Robust Design and Analysis for Quality Engineering*. Chapman & Hall.

Petropoulos, G., Kechagias, J., Akis, V.I., dan Maropoulos, S. 2009. Surface Roughness Investigation of a Reinforced Polymer Composite. *International Conference on Economic Engineering and Manufacturing Systems.*

Rochim, T., 1993. *Teori dan Teknologi Proses Pemesinan*. Bandung. Institut Teknologi Bandung.

Rochim, T. 2001 *Spesifikasi, Metrologi, dan Kontrol Kualitas Geometrik*. Bandung. Institut Teknologi Bandung.

Ross, P.J. 2008. *Taguchi Techniques for Quality Engineering*," McGraw-Hill International Editions. Taiwan.

Sato, G.T. dan Sugiarto, N.H., 1994. *Menggambar Mesin Menurut Standar ISO.* Jakarta. PT Pradnya Paramita.

Schey, J. A. 2000. *Introduction to Manufacturing Processes*,McGraw-Hill.

Schonmetz, A., Sinnl, P., dan Heuberger, J. 1977. *Fachkunde fur Metallberufe. Metallbearbeitung mit Maschinen, Drehen, Frasen, Schleifen, Hubeln un Stossen, Raumen, Feinstbearbeitung,* BOHMANN VERLAG AG, Wien.

Soejanto, I. 2009. *Desain Eksperimen dengan Metode Taguchi*, Graha Ilmu, Yogyakarta.

Vallejo, A.J., Menendez, R.M., dan Alique, J.R. 2008. On-line Cutting ondition Monitoring in Machining Processes using Artificial Intelligence. *Robotic. Automation and Control* ISBN 978-953-7619-18-3,hal. 494.

Wibowo, D. B., Soepangkat, B. O., Pramujati, B., 2013. *Optimasi Gaya potong, Kekasaran Permukaan dan Keausan Tepi Pahat Pada Proses Bubut Baja S45C dengan Menggunakan Kombinasi Metode Taguchi dan Grey Relational Analysis*,

Seminar Nasional. Surabaya: Institut Teknologi Surabaya.

Widarto. 2008. *Teknik Pemesinan jilid 2 Untuk SMK*. Direktorat Pembinaan Sekolah Menegah Kejuruan. Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menegah. Departemen Pendidikan Nasional. hal. 191-193.

Zulhendri dan Yusri., 2008. Penggunaan metode parameter Taguchi Dalam Mengidentifikasi Kekasaran Permukaan Optimasi Proses Bubut, *Jurnal teknik Mesin*, Vol. 5, No. 2.