

Pengeboran Baja ASTM A1011 Menggunakan Pahat High Speed Steel dalam Kondisi Dilumasi Cairan Minyak

Dodi Wibowo, Gusri Akhyar Ibrahim

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Lampung,
wibowo@yahoo.com

Abstrak

Pahat HSS yang digunakan dalam proses pengeboran memiliki umur dan tidak dapat digunakan secara terus menerus. Banyak faktor yang mempengaruhi umur pahat diantaranya keausan pahat. Untuk menentukan keausan pahat bor biasanya operator mesin hanya melakukan secara visual atau meraba pada bagian ujung mata pahat. Cara ini yang sering dilakukan pada dunia industri dikarenakan keterbatasan alat dan efisiensi waktu dalam proses produksi. Dalam penelitian ini pengaruh kecepatan putaran (n), gerak makan (f) terhadap terbentuknya keausan tepi pahat HSS, dianalisis dengan dua metode, yaitu metode kualitatif (grafik) dan metode kuantitatif (statis) dengan metode analisis variasi (ANOVA). Dalam penelitian ini, proses pengeboran menggunakan pahat HSS dan material uji baja ASTM A1011 dengan ketebalan material 10 mm. Dalam proses pengujian, gerak makan (f) yang digunakan adalah 0,1 mm/rev, 0,18 mm/rev, 0,24 mm/rev sedangkan kecepatan putaran (n) yang digunakan adalah 443 rpm, 635 rpm, 970 rpm. Dari hasil pengujian secara kualitatif didapat bahwa peningkatan gerak makan (f) akan meningkatkan keausan tepi pahat HSS. Begitu pula peningkatan nilai kecepatan putaran (n) akan meningkatkan keausan tepi pahat HSS. Dari metode ANOVA (pengujian kuantitatif) dengan menggunakan program diperoleh hasil bahwa kecepatan putaran (n), dan gerak makan (f) secara bersama-sama mempunyai pengaruh timbulnya keausan pahat, namun secara signifikan hanya gerak makan yang berpengaruh terhadap timbulnya keausan tepi pahat HSS. Pada penelitian ini gerak makan (f) mempunyai pengaruh paling besar terhadap timbulnya keausan tepi yaitu 50,01% sedangkan kecepatan putaran hanya berpengaruh sebesar 37,42% terhadap timbulnya keausan tepi pahat HSS.

Kata kunci : Pengeboran, pahat HSS, ASTM, pelumasan.

PENDAHULUAN

Proses permesinan merupakan proses manufaktur dimana objek dibentuk dengan cara membuang atau menghilangkan sebagian material dari benda kerjanya. Tujuan digunakan proses permesinan ialah untuk mendapatkan akurasi dibandingkan proses-proses yang lain seperti proses pengecoran, pembentukan dan juga untuk memberikan bentuk bagian dalam dari suatu objek tertentu. Adapun jenis-jenis proses permesinan yang banyak dilakukan antara lain : Proses bubut (*turning*), proses menyekrap (*shaping* dan *planing*), proses pembuatan lubang (*drilling*), proses mengfreis (*milling*), proses menggerinda (*grinding*), proses menggergaji (*sawing*), dan yang terakhir adalah proses memperbesar lubang (*boring*) [1].

Proses pengeboran adalah proses pemesian yang paling sederhana diantara proses pemesian yang lain. Biasanya di bengkel atau workshop proses ini dinamakan proses bor. Proses pengeboran dimaksudkan sebagai proses pembuatan lubang bulat dengan menggunakan mata bor (*twist drill*) .

Sedangkan proses bor (*boring*) adalah proses meluaskan/ memperbesar lubang yang bisa dilakukan dengan batang bor (*boring bar*) yang tidak hanya dilakukan pada mesin *drilling*, tetapi bisa dengan mesin bubut, mesin frais, atau mesin bor [2].

Dalam proses permesinan yang sering mengalami pergantian adalah pahat (*cutting tool*). Penggunaan bahan mata pahat yang tidak tepat akan menyebabkan umur pahat menjadi lebih singkat. Hal ini akan mempengaruhi dalam proses-proses produksi karena mata pahat akan sering diganti dan biaya pemesian menjadi lebih tinggi. Umur pahat sangat dipengaruhi oleh keausan yang terjadi pada permukaan gesek pahat dan benda kerja [3].

Pahat akan mengalami keausan setelah digunakan untuk pemotongan, semakin besar keausan pahat maka kondisi pahat akan semakin kritis. Jika pahat terus digunakan maka keausan pahat akan semakin cepat dan menyebabkan ujung pahat akan rusak, kerusakan yang fatal tidak boleh terjadi pada pahat sebab gaya pemotongan yang besar akan merusak pahat bor, mesin perkakas serta

benda kerja dan dapat membahayakan operator serta berpengaruh besar pada toleransi geometri dan kualitas permukaan produk [4].

Untuk dapat mengoptimalkan mesin dalam arti seefektif mungkin, maka diperlukan suatu pemeriksaan dan kalkulasi. Pemeriksaan dan kalkulasi disini meliputi : Pemeriksaan dan kalkulasi bagian-bagian mesin secara menyeluruh tentang kondisi, fungsi dan kualitas dari bagian-bagian tersebut. Dari hasil pemeriksaan dan kalkulasi dapat diketahui apakah kondisi, fungsi, dan kualitas mesin masih relevan atau tidak dengan perkembangan teknologi saat ini. Selain itu untuk mengoptimalkan hasil pengeboran maka diperlukan parameter-parameter pengeboran yang sesuai. Sehingga bisa diperoleh hasil yang maksimal seperti waktu pengeboran yang tidak terlalu lama dan kondisi mata bor bisa dijaga agar tidak mengalami patah.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan Penelitian

Adapun alat-alat dan bahan yang digunakan didalam penelitian ini adalah: besi plat ASTM A1011 dengan panjang material 35 cm dan lebar 10 cm dengan ketebalan 10 mm. Sedangkan mata bor *High Speed Steels* (HSS) merupakan paduan dari 0,75%-1,5% *Carbon* (C), 4%-4,5% *Chromium* (Cr), 10%-20% *Tungsten* (W) dan *Molybdenum* (Mo), 5% lebih *Vanadium* (V), dan *Cobalt* (Co) lebih dari 12%. Diameter mata bor yang digunakan pada penelitian ini adalah 9 mm. Beberapa alat yang digunakan adalah mesin bor duduk, stopwatch, jangka sorong, mikroskop dan minyak goreng sebagai pelumas.

Parameter yang digunakan dalam penelitian ini ada dua yaitu kecepatan putaran (rpm) dan gerak pemakanan (mm/rev). Variasinya yang digunakan adalah kecepatan putaran (443, 635 dan 970 rpm) dan gerak makan (0,1 mm/rev, 0,18 mm/rev dan 0,24 mm/rev).

Metode pengukuran keausan tepi Alat yang digunakan untuk mengukur keausan tepi pahat adalah *microskop pocket measuring micro*. Dalam hal ini besarnya keausan tepi dapat diketahui dengan mengukur panjang VB (mm), yaitu jarak antara mata potong sebelum terjadi keausan sampai ke garis rata-rata bekas keausan pada bidang, pengukuran aus dilakukan sebanyak 3 kali agar memperoleh

hasil pengukuran yang lebih akurat dan meminimalisir nilai kesalahan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian pengaruh gerak makan dan kecepatan putaran terhadap laju aus pahat HSS pada pengeboran baja ASTM A1011 menggunakan pelumas minyak goreng ini dilakukan dengan menggunakan dua parameter yang berbeda yakni kecepatan putaran dan gerak makan, dan masing-masing parameter memiliki tiga variasi yang berbeda. Untuk kecepatan putaran yaitu 443 rpm, 635 rpm, 790 rpm dan variasi gerak makan yang digunakan adalah 0,1 mm/rev, 0,18 mm/rev dan 0,24 mm/rev. Dalam penelitian ini pelumas yang digunakan adalah minyak goreng dengan cara cairan pelumas disemprotkan pada mata bor secara terus menerus. Pemilihan pelumas minyak goreng dikarenakan minyak goreng mampu membuang geram, mencegah korosi, harga relatif lebih murah, aman terhadap lingkungan serta aman bagi kesehatan, sehingga penelitian dilakukan sebanyak 9 kali percobaan.

Tabel 1. Data Hasil Pengujian

Pengujian	Kecepatan Putaran (rpm)	Gerak makan (mm/rev)	Diameter mata bor (mm)	Keausan (VB)	Umur pahat (menit)
1.	443 rpm	0,1	9 mm	0,3	4,065
2.	443 rpm	0,18	9 mm	0,3	1,94
3.	443 rpm	0,24	9 mm	0,3	0,83
4.	635 rpm	0,1	9 mm	0,3	2,07
5.	635 rpm	0,18	9 mm	0,3	1,01
6.	635 rpm	0,24	9 mm	0,3	0,47
7.	970 rpm	0,1	9 mm	0,3	1,13
8.	970 rpm	0,18	9 mm	0,3	0,52
9.	970 rpm	0,24	9 mm	0,3	0,19

Berdasarkan hasil pengujian yang disajikan pada Tabel 1. dapat diamati bahwa tingkat keausan pahat bor mengalami peningkatan seiring meningkatnya kecepatan putaran dan gerak makan. jika gerak makan yang digunakan adalah 0,1 mm.rev, maka lama waktu pemesinan adalah 4,065 menit,

2,07 menit dan 1,13 menit. Sedangkan jika gerak makan yang digunakan adalah 0,18 mm/rev, maka lama waktu pemesian adalah 1,94 menit, 1,01 menit dan 0,52 menit. Untuk gerak makan 0,24 mm/rev, maka lama waktu pemesian adalah 0,83 menit, 0,47 menit dan 0,19 menit. Pada Tabel diatas dapat diamati bahwa pada gerak makan yang sama umur pahat semakin cepat aus seiring dengan kenaikan kecepatan putaran. Hal ini dikarenakan pada semua operasi logam, energi yang dihasilkan dalam operasi pengeboran diubah menjadi panas, yang mana pada akhirnya akan menaikkan temperatur pada daerah pengeboran tersebut. Apabila kecepatan dinaikan maka secara otomatis panas yang dihasilkan meningkat secara teratur [5].

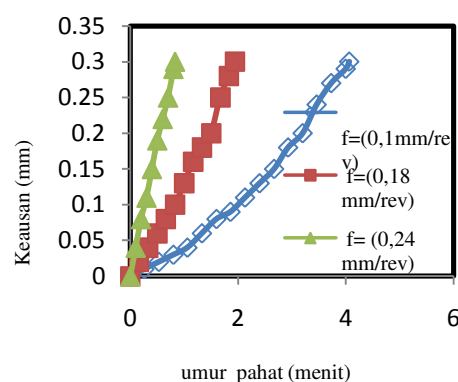
Hampir semua energi pengeboran diubah menjadi energi panas/laju panas yang ditunjukkan oleh daya pengeboran melalui proses gesekan antara geram dengan pahat serta antara pahat dengan benda kerja. Semakin tinggi kecepatan putaran utama mesin bor maka semakin besar presentasi panas yang dibawa oleh geram. Jadi dengan kecepatan putaran yang berbeda dan besarnya gerak makan yang berbeda, maka keausan yang didapat juga bertambah sehingga akan mempengaruhi jumlah lubang yang dihasilkan.

A. Pengaruh Pemakanan Terhadap Tingkat Keausan

Pada bagian ini akan dibahas bagaimana pengaruh variasi kecepatan putaran terhadap umur pahat dilakukan dengan cara mengukur keausan untuk setiap variasi kecepatan putaran. Peningkatan keausan pahat dapat dilihat secara visual dengan grafik keausan terhadap waktu. Untuk melihat pengaruh gerak makan, maka grafik yang dibuat dengan kecepatan putaran yang sama. Gerak makan yang digunakan pada penelitian adalah 0,1 mm/rev, 0,18 mm/rev dan 0,24 mm/rev.

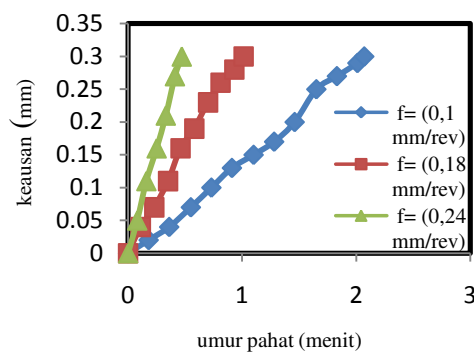
Pada hasil uji percobaan yang pertama diperoleh untuk gerak makan yang terkecil 0,1 mm/rev, bahwa tingkat keausannya lama dibandingkan yang lainnya yakni 4,065 menit. Pada awal pengeboran tingkat keausan sangat kecil tapi lama kelamaan keausannya menjadi besar hal ini dikarenakan geram keluar tidak sempurna. Pengujian yang kedua yakni dengan memperbesar gerak makan hingga menjadi 0,18 mm/rev keausannya sebesar 0,3 mm dan waktu yang dipakai selama 1,94 menit. Pada percobaan yang kedua ini keausan terbesar pada umur pahat

1,5 menit dengan keausan 0,2 mm. Dan untuk pengujian yang ketiga menggunakan gerak makan 0,24mm/rev keausannya sangat cepat dibandingkan percobaan yang sebelumnya yakni 0,3 mm waktunya hanya 0,83 menit. Hasil perolehan presentasi umur pahat untuk pemakanan 0,24 mm/rev ke 0,1 mm/rev 19,48 % berbeda dari 0,18 mm/rev ke 0,1 mm/rev yakni 41,78 %, ini menunjukkan bahwa semakin besar gerak makan maka semakin umur pahat semakin berkurang begitu juga sebaliknya. Hal ini dapat disimpulkan bahwa meningkatnya gerak makan maka semakin cepat pula waktu untuk mencapai batas tingkat keausan VB 0,3 mm. untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



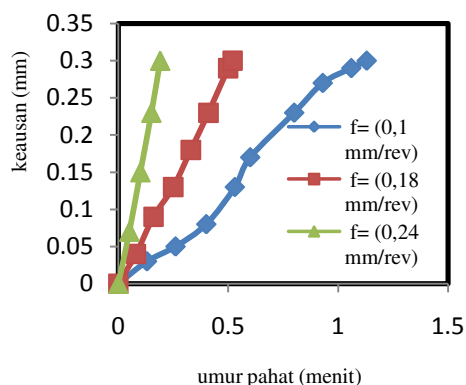
Gambar 1. Grafik pengaruh gerak makan terhadap tingkat keausan pahat pada kecepatan putaran 443 rpm

Pada percobaan selanjutnya dengan kecepatan putaran (n) 635 rpm dengan variasi gerak makan 0,1 mm/rev, 0,18 mm/rev dan 0,24 mm/rev, terlihat untuk gerak makan 0,1 mm/rev keausan yang dihasilkan 0,3 mm, waktunya yakni selama 2,07 menit. Untuk gerak makan 0,18 mm/rev waktunya 1,01 menit dan keausannya sebesar 0,3 mm. Sedangkan untuk gerak makan 0,24 mm/rev keausan yang terjadi 0,3 mm dengan waktu yang sangat singkat yakni 0,47 menit. Perbandingan persentase umur pahat pada Gambar Grafik 12 dari 0,24 mm/rev ke 0,1 mm rev dengan gerak makan 0,18 mm/rev ke 0,1 mm/rev adalah 22,7 % : 48,79 %. Perbedaannya sekitar 26,09 % untuk keduanya, perbedaan menurunnya umur pahat terlihat sangat signifikan ketika keausan umur pahat mencapai 0,15 mm.



Gambar 2. Grafik pengaruh gerak makan terhadap tingkat keausan pahat pada kecepatan putaran 635 rpm

Percobaan yang ketiga yakni dengan menambah kecepatan putaran menjadi 970 rpm tetapi yang divariasikan adalah gerak makan yakni 0,1 mm/rev, 0,18 mm/rev dan 0,24 mm/rev sehingga dihasilkan grafik seperti Gambar 3. Pada gerak makan 0,1 mm/rev dan 0,18 mm/rev gambar grafik berliku-liku sedangkan untuk gerak makan 0,24 mm/rev keausan meningkat cepat ini dikarenakan kecepatan putaran yang tinggi serta gerak makan yang besar akan menyebabkan naiknya temperatur pemotongan.



Gambar 3. Grafik pengaruh gerak makan terhadap tingkat keausan pahat pada kecepatan putaran 970 rpm

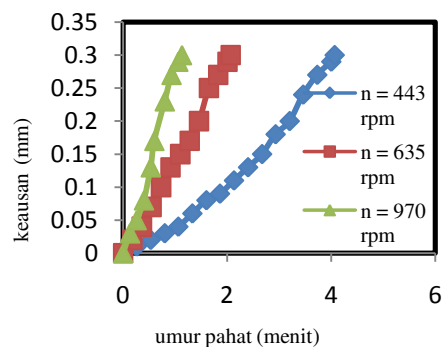
Dari ketiga gambar grafik diatas terlihat jelas untuk gerak makan 0,1 mm/rev umur pahat sangat lama dibandingkan gerak makan 0,18 mm/rev dan 0,24 mm/rev. Hal ini dikarenakan semakin kecil gerak makan maka keausan yang terjadi pada mata bor semakin lama. Pada gerak makan tertentu dimulai dari kecepatan putaran rendah, temperatur mencapai hasil yang besar, kemudian

membesar dan terus membesar seiring naiknya kecepatan putaran [6]. Untuk gerak makan 0,24 mm/rev keausan mata bor sangat cepat, hal ini dikarenakan gaya yang dibutuhkan besar sehingga temperatur menjadi naik.

Pengaruh kecepatan putaran terhadap tingkat keausan

Untuk mengetahui pengaruh kecepatan putaran, maka grafik yang dibuat dengan gerak makan yang sama. Kecepatan putaran yang digunakan pada penelitian adalah 443 rpm, 635 rpm dan 970 rpm. Sehingga data hasil pengujian yang telah dilakukan untuk mengetahui keausan tepi pahat (VB) dan umur pahat (T) ditampilkan pada gambar grafik berikut ini.

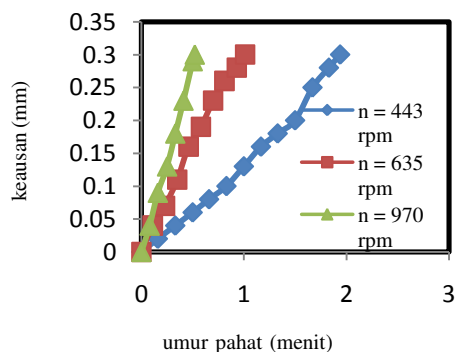
Pengujian selanjutnya yaitu dengan memvariasikan kecepatan putaran yang digunakan sebesar 443 rpm, 635 rpm, dan 970 rpm. sedangkan gerak makan yang digunakan yaitu 0,10 mm/rev sehingga didapat data perbandingan persentase umur pahat dari 970 rpm ke 635 rpm. Selanjutnya 635 rpm ke 443 rpm adalah 54,58 % - 48,59 % sedangkan perbandingan persentase umur pahat dari 443 rpm s/d 970 rpm, 443 rpm s/d 635 rpm yakni sebesar 26,52 % : 48,59 %. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 4 di bawah ini.



Gambar 4. Grafik pengaruh kecepatan putaran terhadap tingkat keausan pada gerak makan 0,1 mm/rev

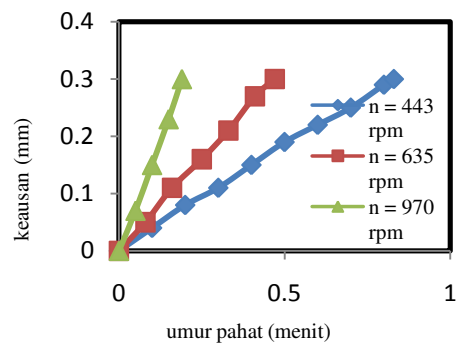
Selanjutnya untuk mengetahui pengaruh kecepatan terhadap tingkat keausan pada gerak makan yakni dengan merubah gerak makan dari 0,1 mm/rev menjadi 0,18 mm/rev. Dari data yang didapat pada penelitian dapat diketahui gerak pemakanan 0,18 mm/rev pada pengujian kecepatan

putaran 443 rpm keausan yang diperoleh sebesar 0,3 mm dengan waktu pemakaian selama 1,94 menit. Untuk Kecepatan putaran 635 rpm keausan yang didapat 0,3 mm tetapi waktu keausannya lebih cepat yakni selama 1,01 menit terlihat pada gambar 5. Dan untuk kecepatan putaran 970 rpm keausan yang terlihat sebesar 0,3 mm dan waktu keausan yang terjadi pada pahat semakin cepat pula yakni hanya 0,52 menit. Pada Grafik kecepatan putaran 970 rpm sangat berdekatan dengan kecepatan putaran 635 rpm. Hal ini terjadi karena jarak perbandingan umur pahat juga sangat signifikan yakni sebesar 29,21% pada kecepatan putaran 443 rpm s/d 635 rpm untuk kecepatan putaran 443 rpm s/d 970 rpm 56,74% sedangkan untuk kecepatan putaran 635 rpm s/d 970 rpm sebesar 51,48%. Hal ini menunjukkan bahwa meningkatnya kecepatan putaran mempengaruhi umur pahat serta lubang yang dihasilkan.



Gambar 5. Grafik pengaruh kecepatan putaran terhadap tingkat keausan pada gerak makan 0,18 mm/rev

Untuk pengaruh kecepatan putaran pada gerak makan 0,24 dapat dilihat Gambar 6. dimana semakin besar kecepatan putaran maka semakin cepat pula keausan yang terjadi. Ini dapat dilihat pada putaran 443 rpm dengan gerak pemakanan 0,24 mm/rev waktunya 0,83 menit keausan yang dapat dilihat sebesar 0,3 mm. Untuk kecepatan putaran 635 rpm keausan lebih cepat yakni selama 0,47 menit, keausan yang terlihat 0,3 mm. Pada kecepatan putaran 970 rpm ternyata waktu keausannya lebih cepat yakni 0,19 menit keausannya 0,3 mm. perbandingan persentase jarak dari data kecepatan putarn 970 rpm, 635 rpm, 443 rpm hampir sama yakni sekitar 40,42% , 56,62 % dan untuk kecepatan putarn 970 rpm ke 443 rpm adalah 22,89 %.



Gambar 6. Grafik pengaruh kecepatan putaran terhadap tingkat keausan pada gerak makan 0,24 mm/rev

Dari grafik dapat disimpulkan semakin kecil kecepatan putaran yang digunakan maka semakin lama keausan pahat yang terjadi sehingga berpengaruh terhadap umur pahat.

Menurut [7] berdasarkan grafik umur pahat yang ditunjukkan gambar, terlihat bahwa dengan meningkatnya kecepatan putaran (n) maka keausan pahat akan meningkat, umur pahat akan menurun. Jadi semakin landai grafik hasil pengujian maka umur pahat akan semakin panjang, begitu juga sebaliknya semakin tajam hasil pengujian maka umur pahat akan semakin pendek.

Analisa varian (ANOVA) Two ways untuk keausan mata pahat

Analisa varian ini digunakan Untuk membandingkan keausan tepi pahat akibat adanya variasi kecepatan putaran dan gerak makan serta kemungkinan adanya pengaruh faktor lain terhadap nilai keausan pahat HSS maka dilakukan analisa menggunakan *Anova two ways*.

Tabel 2. Data kecepatan putaran, gerak makan dan keausan *anova two way*

Kecepatan Putaran (rpm)	Gerak makan (mm/rev)	Umur pahat (menit)
443 rpm	0,1	4,065
443 rpm	0,18	1,94
443 rpm	0,24	0,83
635 rpm	0,1	2,07
635 rpm	0,18	1,01
635 rpm	0,24	0,47
970 rpm	0,1	1,13
970 rpm	0,18	0,52
970 rpm	0,24	0,19

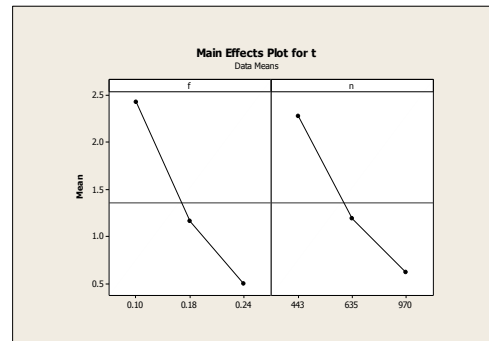
Pada Tabel 2. digambarkan data yang akan di analisa menggunakan Annova *two ways*. Hal ini bertujuan untuk melihat bagaimana pengaruh kecepatan putaran dan gerak makan terhadap nilai keusan mata pahat. Selain hal itu juga untuk mengetahui bagaimana interaksi antara kecepatan putaran dan gerak makan dalam mempengaruhi nilai keusan mata pahat. VB berperan sebagai data *response* sedangkan kecepatan putaran dan gerak makan sebagai data primer.

Tabel 3. *Two-way ANOVA*: VB versus Kecepatan putaran ; Gerak makan

Source	D F	SS	MS	F	P	ρ
Gerak makan	2	5,74 14	2,8707 2	7,96	0,04 0	50, 01 %
Kecepatan putaran	2	4,29 62	2,1480 8	5,96	0,06 3	37, 42 2 %
Error	4	1,44 28	0,3607 0			12, 56 8 %
Total	8	11,4 804				

$S = 0.6006$ $R\text{-Sq} = 87.43\%$ $R\text{-Sq}(\text{adj}) = 74.86\%$

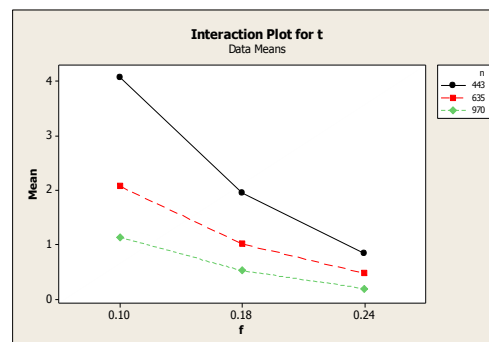
Pada Tabel 3. di atas adalah tampilan pengolahan data pada tabel 16 menggunakan program Annova *two ways*. Jika nilai $P < 0,05$ maka berarti faktor kecepatan dan gerak makan adalah faktor yang mempengaruhi nilai keusan mata pahat dan tidak ada faktor lainnya. Untuk nilai $P > 0,05$ maka berarti kecepatan dan gerak makan tidak berpengaruh terhadap keusan mata pahat atau pengaruhnya sangat kecil. Dalam penelitian ini nilai gerak makan dengan nilai P 0,040 % dan untuk nilai P 0,063 % yang didapat untuk kecepatan putaran lebih dari 0,05. Dan nilai F paling besar dari kedua faktor yang di uji yaitu F untuk gerak makan 7,96 sedangkan untuk F kecepatan putaran 5,96. Hal ini menandakan faktor yang dominan dalam memengaruhi keusan mata pahat adalah gerak makan. Hal ini dapat diperkuat dengan grafik yang akan ditampilkan dibawah.



Gambar 7. Pengaruh gerak makan dan kecepatan putaran terhadap keusan mata pahat.

Pada Gambar 7. dapat kita amati bahwa gerak makan berpengaruh signifikan dalam hal menurunkan keusan mata pahat. Pada grafik ini juga dapat kita amati yang menggambarkan bahwa umur mata pahat mengalami penurunan pada gerak makan 0,10 mm/rev, 0,18 mm/rev dan 0,24 mm/rev. Pada grafik juga dapat kita amati bahwa kecepatan putaran berperan dalam menurunkan umur mata pahat tetapi tidak signifikan dari gerak makan. Hal itu dapat kita lihat pada grafik yang menggambarkan penurunan umur mata pahat pada saat kecepatan putaran 443 rpm, kecepatan putaran 635 rpm dan kecepatan putaran 970 rpm.

Pada penelitian ini terjadi anova dua arah tanpa interaksi untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 8



Gambar 8. Anova Dua Arah Tanpa Interaksi Antara Gerak Makan Dengan Kecepatan Putaran

Pada Gambar 8. adalah grafik yang menggambarkan anova dua arah tanpa interaksi antara gerak makan dengan kecepatan putaran dalam mempengaruhi umur mata pahat, karena anova dua arah dengan interaksi adalah uji rata-rata lebih dari 2 faktor dan ditandai dengan adanya replikasi (perulangan) sehingga dapat diuji pula interaksi antara kedua faktornya sedangkan

dalam penelitian ini yang didapat uji rata-rata lebih dari 2 populasi dengan 2 faktor yang mempengaruhi.

Dimana anova 2 arah tanpa interaksi berarti hipotesis yang akan diuji adalah bahwa tidak ada perbedaan k mean ($k > 2$) pada perlakuan pertama; tidak ada perbedaan k mean ($k > 2$) pada perlakuan kedua; dan tidak ada efek interaksi antara perlakuan pertama dan kedua (Riski, 2010)⁸.

KESIMPULAN

Setelah dilakukan pengujian kecepatan putaran dan gerak makan pada pengeboran baja ASTM A 1011, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Secara umum aus mata pahat bor semakin meningkat apabila gerak makan ditingkatkan hal ini disebabkan karena semakin tinggi gerak makan maka semakin tinggi pula suhu yang dihasilkan
2. Dari hasil pengolahan data menggunakan ANOVA faktor yang dominan dalam mempengaruhi keusan mata bor adalah gerak makan, hal itu ditunjukkan pada hasil pengolahan data menggunakan minitab dengan nilai $P < 0,05$ yakni sebesar $P = 0,040$ sedangkan untuk kecepatan putaran $P = 0,063$ dan kontribusi masing-masing faktor (ρ) untuk gerak makan sebesar 50,01%, untuk kecepatan putaran sebesar 37,42%

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hengki Inata, 2010, 'Pengukuran Temperatur Mata Pisau (Cutting Edge) Pahat Pada Proses Drilling Baja Karbon AISI 1045 Dengan Metode Embedded Thermocouple', Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- [2] Joko Waluyo, 2005, "Pengaruh Putaran Spindel Utama Mesin Bor Terhadap Keausan Pahat Dan Parameter Pengeboran Pada Proses Pengeboran Dengan Bahan Baja" Jurnal Mechanical Teknik Mesin UNILA.
- [3] Kalpakjian dan Rehmid, 2001, Manufacturing Engineering and Teknologi, International Edition. (Prince Hall, USA)
- [4] Makmur, 2010, Analisa Pengaruh Kecepatan Potong Proses Pembubutan Baja Amutit K 460 Terhadap Umur Pahat HSS.
- [5] Rahdiyanta Dwi, 2010, Proses Gurdi (Drilling) Jurusan Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
- [6] Rendy Chandhika, 2010, Prediksi Temperatur Pahat Pada Proses Penggurdian (Drilling) Baja AISI 1045 Dengan Menggunakan Metode Simulasi Berbasis Metode Elemen Hingga. Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- [7] Riskiayu, 2010, Anova Dua Arah Tanpa Interaksi. Mahasiswa Universitas Mulawarman Samarinda. Samarinda.