

Aplikasi Cairan Pelumas Untuk Mengurangi Tingkat Keausan Mata Bor Pada Pengeboran Pelat *ASTM A1011* Menggunakan Mata Bor *HSS*

Anjar Tri Gunadi¹⁾, Gusri Akhyar Ibrahim²⁾ dan Arinal Hamni²⁾

¹⁾ Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Lampung

²⁾ Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Lampung
Jln. Prof.Sumantri Brojonegoro No. 1 Gedung H FT Lt. 2 Bandar Lampung
Telp. (0721) 3555519, Fax. (0721) 704947

Abstrak

Seiring dengan perkembangan serta kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, mengakibatkan berkembangnya pula bidang-bidang kegiatan manusia. Salah satunya adalah berkembangnya bidang industri permesinan. Proses permesinan yang dilakukan secara terus menerus misalnya pada pengeboran akan menyebabkan aus nya mata bor yang digunakan, karena adanya peningkatan suhu pemesinan. Perlu adanya perlakuan khusus untuk menurunkan suhu pemesinan yang terjadi. Penggunaan beberapa jenis cairan pendingin seperti oli sintetis dan minyak kelapa diharapkan dapat menurunkan suhu permesinan sehingga mengurangi keausan yang terjadi pada mata bor *HSS* yang digunakan. Diaplikasikan dengan cara menyemprotkan cairan pelumas secara terus-menerus pada permukaan benda kerja yang bersinggungan dengan mata bor pada kecepatan putaran (n) konstan pada 443 rpm, sedangkan variasi pada gerak makan (f) sebesar 0.1 mm/rev, 0.18 mm/rev serta 0.24 mm/rev. Umur pakai mata bor yang didapat pada pengujian tanpa pelumas dengan putaran (n) = 443, gerak makan (f) = 0.1 mm/rev serta nilai keausan mata bor (vb) = 0.3 mm adalah 2.02 menit. Untuk penggunaan oli sintetis dengan kecepatan putaran dan gerak makan yang sama, didapat umur pakai mata bor selama 4.71 menit atau meningkat sebesar 54%. Peningkatan itu dibandingkan pada proses pengeboran tanpa menggunakan cairan pelumas. Sedangkan dengan penggunaan minyak kelapa, umur pakai mata bor selama 4.05 menit atau meningkat sebesar 48%. Dengan demikian nampak jelas bahwa penggunaan cairan pelumas mampu menurunkan tingkat keausan mata bor, terutama pada penggunaan oi sintetis.

Kata Kunci : keausan mata bor *HSS*, gerak makan, cairan pelumas.

PENDAHULUAN

Berdasarkan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Joko Waluyo pada tahun 2001, pekerjaan pemesinan pengeboran memerlukan cairan pelumas (*cutting fluid*) sebagai media pendingin mata bor. Cairan yang digunakan adalah oli sintetis yang juga berguna dalam mengurangi tingkat keausan mata bor karena dapat mengurangi gesekan antara mata bor dan benda kerja. Sehingga dapat meningkatkan kualitas maupun kuantitas yang lebih baik pada hasil pengeboran. Seiring dengan perkembangan serta kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, mengakibatkan berkembangnya pula bidang-bidang kegiatan manusia, antara lain di bidang industri, yang salah satunya adalah kegiatan industri

permesinan. Berkembangnya pengetahuan seorang operator serta teknologi, dapat meningkatkan efektifitas kerja serta hasil dari proses permesinan yang dilakukan, misalkan pada proses pemesinan pengeboran, dimana bor adalah salah satu mesin perkakas yang secara umum digunakan untuk mengebor suatu benda kerja. Pada mesin ini juga dapat dilakukan pekerjaan – pekerjaan lainnya seperti, memperluas lubang, pengeboran untuk tirus pada bagian suatu lubang atau pembenaman (Hendra, 2004).

Proses pengeboran sangat diperlukan dalam proses pemesinan, terutama pada pembuatan bagian yang berlubang dan membutuhkan ketelitian atau presisi. Pada proses ini, keadaan mata bor harus selalu diperhatikan, untuk mendapatkan hasil yang

maksimal. Temperatur pengeboran mempunyai pengaruh besar terhadap umur mata bor dan permukaan benda kerja. Oleh karena itu, dalam proses pemesinan temperatur mempunyai korelasi terhadap laju keausan pahat (Kalpakjian,dkk 2001).

Keausan mata bor juga menentukan ketelitian produk yang dihasilkan. Gaya normal pengeboran dipengaruhi oleh parameter-parameter pemesinan yaitu geometri alat potong, kondisi pemesinan dan keausan alat potong. Keberadaan pendingin sangat diperlukan, karena gesekan antara mata bor dan benda kerja akan menghasilkan temperatur yang tinggi. Dimana keadaan itu dapat meningkatkan laju keausan yang semakin cepat. Pendinginan itu sendiri dapat berupa pelumasan, yang dapat menggunakan oli sintesis buatan pabrik serta minyak hasil olahan rumah tangga, misalnya minyak tumbuhan (minyak kelapa). Cairan diatas mempunyai karakteristik yang berbeda, sehingga kemampuan pelumasan yang dihasilkan berbeda pula. Keausan mata bor juga dapat menurunkan efisiensi pengeboran serta meningkatkan biaya produksi karena penggunaan mata bor yang boros.

Umur alat potong merupakan salah satu faktor penting untuk menentukan perkerjaan permesinan yang presisi, akurat dan *surface finish*. Dalam proses pemesinan kondisi pekerjaan pengeboran khususnya pahat bor HSS lebih cepat mengalami keausan tanpa diberi pelumas. Hasil yang didapat pada penelitian sebelumnya dengan oli sintesis sebagai pelumasnya berhasil mengurangi tingkat keausan pahat. Dari itulah penulis ingin mencoba membandingkan dengan minyak tumbuhan. Oleh sebab itu, penelitian ini akan membahas tentang aplikasi pelumas cairan untuk mengurangi tingkat keausan mata bor pada pengeboran pelat *ASTM A1011* dengan mata bor HSS.

METODE PENELITIAN

A. Alat dan Bahan

Adapun bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah pelat *ASTM A 1011*.

Tabel 1. Spesifikasi material pelat *ASTM A 1011*

Komposisi kimia (%)	Tensile (min)	Yield (min)	Elongation (%min)
C : 0,25 maks Mn : - P : 0,04 maks S : 0,05 maks Si : 0,40 maks Cu : 0,20 maks	58-60 min	36.000 min	20% min

sumber : Material steel plan PTPN VII Natar, 2001.

Tabel 2. Sifat Mekanik *hot rolled steel sheets* ASTM A1011

Sifat Mekanis	Hot rolled steel sheets ASTM A1011
Tegangan luluh (σ_y)	240 Mpa
Tegangan luluh (σ_u)	280 Mpa
Kekuatan tarik	245 N/mm ²
Kekerasan	117 BHN
Modulus elastisitas (E)	70 GPa
Kerapatan massa (ρ)	2700 Kg/m ³
Berat Spesifikasi (γ)	26 KN/m ³

Sumber : Hendra, 2004.



Gambar 1. Pelat *ASTM A 1011* tebal 10 mm

Adapun alat yang digunakan pada pengujian ini adalah sebagai berikut :

1. Mesin bor

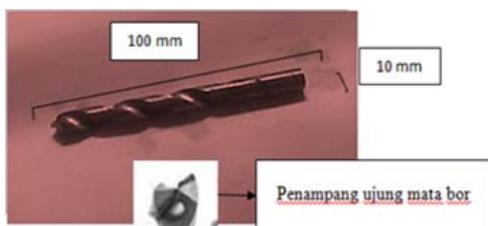
Adapun prinsip kerja mesin bor adalah putaran motor listrik diteruskan ke poros mesin sehingga poros berputar.



Gambar 2. Mesin bor jenis duduk

2. Pahat (Mata Bor)

Adalah perkakas pembuat lubang atau alur yang efisien. Mata bor yang paling sering digunakan adalah bor spiral, karena penyaluran serpih (geram) yang baik. Pahat 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% (Childs, dkk, 2000).



Gambar 3. Mata bor HSS diameter 10 mm

3. Jangka sorong

4. Stopwatch

5. Mikroskop

Mikroskop VB digunakan untuk melihat keausan tepi yang dialami oleh mata bor dengan perbesaran 50 kali. Mikroskop ini digunakan untuk mengukur keausan tepi.



Gambar 4 Mikroskop VB

B. Proses Pengujian

1. Persiapan Bahan

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen pahat bor HSS (*High Speed Steel*) dengan diameter 10 mm dengan unsur paduan 3.8-4.6 % Chromium dan 8.5-19 % Wolfram. Kekerasannya dapat mencapai 62-65 HRC, O Ketahanan temperaturnya 600 C, dan benda kerja dari bahan baja 60, dengan dimensi sampel dengan ukuran panjang x lebar x tebal yaitu 100 mm × 50 mm × 10 mm. Pengujian dilakukan sebanyak 9 kali, kemudian melakukan pengukuran dimensi mata bor sebelum dan setelah pengeboran.

Adapun langkah-langkah persiapan material adalah sebagai berikut:

- Mengalibrasi alat ukur panjang berupa jangka sorong.
- Mengukur dan menandai material sesuai dimensi base material.
- Memotong material yang telah ditandai pada poin b menggunakan gergaji

2. Operasional Pengeboran

Pahat bor yang telah dipersiapkan kemudian dicekam pada arbor diikat dengan spindel poros utama mesin dan selanjutnya dilakukan pengerjaan pengeboran pada benda kerja yang telah dijepit pada ragum. Pada proses pengeboran ini dilakukan tanpa media pelumasan dan dengan menggunakan variasi cairan pelumas. Penelitian dilakukan dengan menggunakan variasi cairan pelumas dengan mengatur kecepatan putaran spindel utama pada kecepatan 443 rpm. Pemilihan kecepatan ini berdasarkan keefektifan pelumasan. Hal ini dilakukan karena pelumasan dibanjirkan secara manual sehingga kecepatan ini dipilih untuk menghindari percikan pelumas kesekitar area kerja. Jika putaran terlalu cepat, maka banyak pelumas yang terbuang dan berceceran. Kemudian variasi gerak makan yang digunakan juga bervariasi antara 0,1 mm/putaran, 0,18 mm/putaran serta 0,24 mm/putaran dengan kedalaman lubang 10 mm. Gerak makan itu sendiri mengikuti adanya pilihan variasi yang ada pada mesin bor yang digunakan. Pengeboran itu sendiri meliputi

pengeboran tanpa cairan pelumas, dengan pelumas oli sintetis serta pengeboran dengan pelumas minyak kelapa. Untuk oli sintetis, digunakan merek Mesran produksi Pertamina dengan nilai kekentalan antara 15 – 50 w. Sedangkan untuk minyak kelapa diolah dari kelapa kering segar. Yang diproses dengan cara sederhana dan tradisional.

Langkah- langkah pengeboran

Pengeboran tanpa media pelumas dengan kedalaman makan 0,1 mm/rev.

1. Pasangkan mata bor pada pencekam mata bor
2. Pasangkan benda kerja pada ragum
3. Mengatur tuas kecepatan spindel pada 443 rpm
4. Mengatur tuas pemakanan pada 0.1 mm/rev
5. Menarik tuas otomatis untuk kedalaman pemakanan
6. Menghidupkan mesin bor dengan menekan tombol ON
7. Menghitung waktu yang diperlukan dalam 1kali pengeboran menggunakan *stopwatch*
8. Mematikan mesin dengan menekan tombol OFF
9. Melepas mata bor dari pemegang mata bor
10. Mengukur keausan mata bor menggunakan mikroskop VB
11. Mengulangi langkah-langkah diatas dengan merubah variasi kedalaman pemakanan 0,18 mm/rev dan 0,24 mm/rev (langkah 4).

Untuk pengeboran dengan media pelumas, langkah yang dilakukan sama dengan pengeboran tanpa pelumas. Hanya saja dilakukan Penyemprotan pelumas ke area benda kerja dan mata bor selama proses pengeboran. Kegiatan itu dilakukan sampai didapat nilai keausan mata bor sesuai dengan ketetapan yang ada.

3. Pengukuran

Pengukuran yang dilakukan meliputi waktu yang dibutuhkan mata bor pada setiap variasi gerak makan pada saat proses pengeboran dengan dan tanpa cairan pelumas. Pada pengujian ini dilakukan sebanyak 9 x dengan kedalaman 10mm. Selanjutnya data-data hasil dari pengujian akan ditampilkan dalam bentuk tabel. Pengukuran menggunakan

mikroskop pocket, dengan melihat seberapa besar keausan yang terjadi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keausan tepi (VB) diukur berdasarkan pengikisan yang terjadi pada sisi tajam mata bor akibat gesekan yang terjadi antara mata bor dan benda kerja. Pengukuran keausan dilakukan pada tiap satu kali proses permesinan.

Dari data yang diperoleh menunjukkan proses pengeboran yang pertama dengan menggunakan putaran (n) = 443 rpm, laju pemakanan (f) = 0,1 mm/rev tanpa menggunakan pelumas, nilai keausan yang diperoleh sebesar 0.3 mm. Hal itu didapat setelah pengeboran berlangsung selama 2,02 menit. Lubang yang dihasilkan berjumlah 7 buah, dengan rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk 1kali proses pengeboran selama 0.31 menit atau 19 detik.

Pada percobaan kedua besarnya nilai keausan sebesar 0,3 mm dalam waktu 0.99 menit. Hasil ini diperoleh pada putaran spindel $n = 443$ rpm serta laju pemakanan (f) = 0,18 mm/rev. Sedangkan waktu yang dibutuhkan dalam satu kali proses permesinan adalah 13 detik atau 0.21 menit.

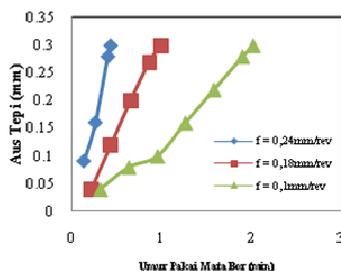
Pada percobaan ketiga diketahui bahwa waktu pakai yang digunakan mata bor hingga mencapai batas minimum keausan semakin cepat. Itu adalah akibat dari semakin besarnya laju pemakanan yang digunakan, yaitu sebesar $f = 0,24$ mm/rev yang menimbulkan temperatur tinggi sehingga mempengaruhi tingkat ketahanan mata bor.

Berdasarkan hasil dari ketiga percobaan diatas dengan putaran $n = 443$ rpm, tanpa adanya pelumas yang digunakan dengan variasi laju pemakanan (f) yaitu 0,1 mm/rev, 0,18 mm/rev dan 0,24 mm/ rev, dapat dilihat hubungan antara besar pemakanan dan waktu yang diperlukan untuk mencapai titik aus mata bor pada gambar 5.

Gambar 5 menunjukkan hubungan gerak pemakanan terhadap waktu keausan tanpa cairan pelumas.. Grafik diatas juga menggambarkan bahwa semakin besar gerak

makan pada proses pengeboran, semakin cepat mata bor akan mengalami keausan.

Waktu yang dialami mata bor hingga mencapai titik aus pada tiap laju pemakanan terlihat berbeda. Perbedaan waktu yang diperoleh didapat dari hasil perbandingan pada tiap-tiap laju pemakanan, yaitu waktu pakai mata bor pada laju pemakanan (f) = 0.1 dibagi dengan waktu pakai mata bor pada laju pemakanan (f) = 0.18 kemudian dikalikan dengan 100 %, sehingga didapat nilai sebesar 49 %. Begitu juga untuk laju pemakanan (f) = 0.18 dan f = 0.24 didapat nilai sebesar 43 %. Sedangkan pada laju pemakanan (f) = 0.1 dan f = 0.24 terjadi penurunan umur pakai mata bor yang sangat signifikan, kurang lebih sebesar 79 %. Itu terjadi akibat perbedaan gerak makan yang cukup besar (Waluyo, 2001).



Gambar 5 Grafik progres keausan mata bor pada tingkat kadar pemakanan yang berbeda tanpa cairan pelumas.

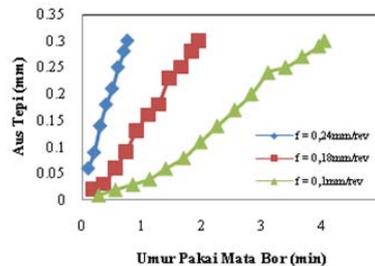
Pada percobaan keempat permesinan dilakukan dengan menggunakan minyak kelapa sebagai cairan pelumas. Dengan (f) sebesar 0,1 mm/rev dan putaran (n) = 443 rpm dibutuhkan waktu selama 4,05 menit dengan nilai keausan sebesar 0,3 mm. Penggunaan cairan pelumas mampu mengurangi panas yang ditimbulkan akibat gesekan antara benda kerja dan mata bor.

Waktu pakai mata bor yang didapat pada proses pengeboran pelat ASTM A1011 dengan laju pemakanan (f) = 0,18mm/rev menggunakan minyak kelapa sebagai cairan pelumas lebih kecil dari pada waktu pakai mata bor dengan laju pemakanan (f) = 0,1mm/rev. Dengan putaran (n) tetap sebesar 443 rpm, dibutuhkan waktu selama 1.95 menit untuk mendapatkan nilai minimum keausan mata bor yaitu sebesar 0,3 mm. Hal itu membuktikan bahwa besarnya pemakanan menimbulkan

panas akibat gaya gesek, sehingga menyebabkan keausan pada mata bor (Waluyo, 2001).

Pada percobaan selanjutnya dengan kecepatan putaran (n) = 443 rpm serta laju pemakanan ditingkatkan menjadi (f) = 0,24 mm/rev sehingga didapat nilai keausan mata bor sebesar 0.3 mm. Sedangkan banyaknya lubang yang dihasilkan berjumlah 8 lubang dengan rata-rata waktu yang diperlukan dalam satu kali proses pengeboran adalah 0,1 menit atau 6 detik.

Berdasarkan data pada tiga percobaan pengeboran dengan menggunakan minyak kelapa sebagai pelumas dapat dilihat pada gambar grafik berikut :



Gambar 6 Grafik progres keausan mata bor pada tingkat kadar pemakanan yang berbeda dengan pelumas minyak kelapa.

Grafik yang nampak pada gambar 6 dapat menggambarkan kondisi keausan yang terjadi pada hasil pengeboran dengan menggunakan cairan pelumas berupa minyak kelapa. Pada laju pemakanan (f) = 0.1 dan f =0.18 dengan selisih f sebesar 0.08 mm/rev terjadi penurunan umur pakai mata bor sebesar 48 % . Untuk f = 0.18 dan f = 0.24 dengan selisih f sebesar 0.06 mm/rev didapat nilai sebesar 38 %. Sedangkan untuk f = 0.1 dan f =0.24 dengan selisih f sebesar 0.14 mm/rev terjadi penurunan umur pakai mata bor sebesar 82 %. Penurunan yang signifikan juga diakibatkan perbedaan gerak makan yang sangat besar. Akan tetapi umur pakai mata bor hingga mencapai titik aus terlihat meningkat atau lebih tahan lama.

Dengan adanya minyak kelapa yang digunakan sebagai cairan pelumas terbukti mampu secara efektif meningkatkan kinerja dalam proses permesinan. Itu ditunjukkan dengan semakin lama waktu yang diperlukan

mata bor hingga mengalami keausan sebesar 48% lebih tahan lama dibandingkan tanpa menggunakan cairan pelumas. Sehingga lubang yang diperoleh dari hasil permesinan pengeboran lebih banyak daripada pada pengeboran tanpa menggunakan cairan pelumas.

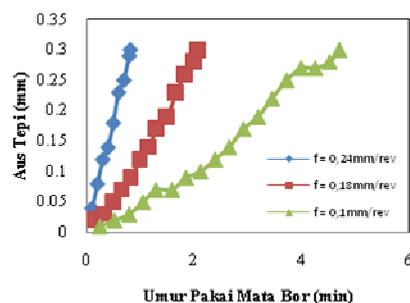
Untuk percobaan ketujuh, dimana cairan pelumas diganti menggunakan oli sintetis, percobaan juga dilakukan dengan memvariasikan variabel berupa laju pemakanan (f) sebesar 0,1 mm/rev, 0,18 mm/rev dan 0,24 mm/rev. Sedangkan putaran (n) yang digunakan tetap yaitu sebesar 443 rpm. Penggantian cairan pelumas ini untuk mengetahui adakah perbedaan antara pelumas yang berasal dari alam (minyak kelapa) dengan pelumas hasil pengolahan secara kimiawi atau sintetis.

Untuk hasil percobaan dengan pelumasan oli sintetis serta gerak pemakanan sebesar 0,1 mm/rev, waktu yang diperlukan mata bor sampai dengan mengalami keausan mencapai 4,71 menit. Dengan nilai keausan yang terjadi sebesar 0,3 mm. Sedangkan banyaknya lubang yang mampu dihasilkan sebanyak 18 lubang. Ini menunjukkan bahwa pelumasan ini dapat meningkatkan efisiensi proses pengeboran.

Untuk proses pengeboran selanjutnya, pada nilai $f = 0,18$ mm/rev, waktu keausan mata bor mengalami penurunan. Karena semakin besar gerak pemakanan menyebabkan semakin besar pula gaya gesek yang dihasilkan, sehingga banyaknya lubang yang mampu dikerjakan sebanyak 13 lubang. Sedangkan waktu yang diperlukan selama 2,08 menit dengan nilai keausan pada mata 1 sebesar 0,3 mm. Untuk waktu rata-rata tiap 1x pengeboran adalah 0,16 menit. Untuk nilai keausan yang dialami mata bor 2 yaitu sebesar 0,33 mm.

Pada percobaan yang terakhir dengan mengganti laju pemakanan (f) menjadi sebesar 0,24 mm/rev, didapat nilai keausan sebesar 0,3 mm dengan waktu yang pakai mata bor selama 0,82 menit. Banyaknya lubang yang dihasilkan sebanyak 9 lubang dengan waktu rata-rata pada setiap lubang selama 0,1 menit. Hasil yang didapat pada proses pengeboran dengan menggunakan oli sintetis sebagai cairan pelumas menunjukkan hasil yang lebih baik

dari pelumasan dengan minyak kelapa maupun pengeboran tanpa cairan pelumas. Hal ini disebabkan oli sintetis telah mengalami penambahan zat tertentu yang berfungsi melumasi komponen peralatan permesinan hingga dapat mengurangi gaya gesek antara mata bor dan benda kerja (Rochim, 1993).



Gambar 7. Grafik progres keausan mata bor pada tingkat kadar pemakanan yang berbeda dengan pelumas oli sintetis.

Waktu pakai mata bor pada laju pemakanan (f) = 0,1 mm/rev dengan pelumas oli sintetis menunjukkan nilai yang paling besar dibandingkan dengan hasil percobaan yang lain. Dalam persentase, perbandingan waktu pakai mata bor pada laju pemakanan (f) = 0,1 mm/rev dan (f) = 0,18 mm/rev terjadi penurunan sebesar 44 %. Kemudian untuk perbandingan antara laju pemakanan (f) = 0,18 mm/rev dan (f) = 0,24 mm/rev, penurunan umur pakai sebesar 39 %. Sedangkan untuk laju pemakanan (f) = 0,1 mm/rev dan f = 0,24 mm/rev nilai penurunan sebesar 83 %. Dari hasil diatas menunjukkan bahwa pelumasan menggunakan oli sintetis dapat meningkatkan nilai efektifitas mata bor dengan mengurangi gesekan antara mata bor dan benda kerja sehingga umur pakai mata bor menjadi lebih panjang dan tahan lama serta mampu menekan tingginya biaya produksi yang diperlukan. Hasil ini juga dapat menjadi referensi pada pengerjaan pengeboran yang akan dilakukan selanjutnya. Dibawah ini adalah gambar geram yang dihasilkan pada proses pengeboran pelat ASTM A1011. Yaitu pengeboran tanpa pelumas, pengeboran dengan pelumas oli sintetis serta pengeboran dengan pelumas minyak kelapa. Perbedaan ketiganya dapat dilihat pada gambar 8.

Gambar pertama dalam gambar 8 menunjukkan geram yang dihasilkan pada proses pengeboran tanpa pelumas. Geram tersebut berbentuk serpihan kecil putus-putus, getas dan mudah patah serta berwarna kehitam-hitaman akibat adanya panas yang ditimbulkan gaya gesek antara benda kerja dan mata bor. Geram tersebut mengalirkan panas keluar dari lubang yang dihasilkan pada proses pengeboran. Gambar selanjutnya adalah geram hasil pengeboran dengan menggunakan minyak kelapa sebagai pelumasnya. Tampak lebih panjang dan tidak putus-putus, karena tingkat keausan mata bor yang kecil. Sedangkan gambar ketiga untuk geram yang dihasilkan pada pengeboran menggunakan oli sintesis mempunyai ciri-ciri yang lebih panjang dan lebih tipis daripada geram hasil permesinan tanpa menggunakan cairan pelumas. Tekstur permukaannya juga lebih halus serta berwarna sesuai dengan material induknya.



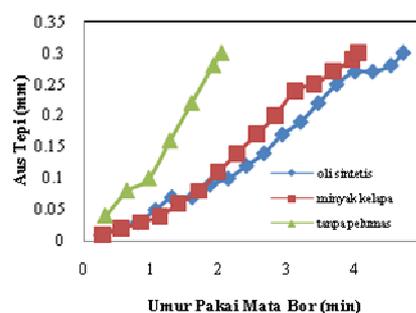
Gambar 8. Geram yang dihasilkan pada proses pengeboran

Tabel 3. Pemakanan 0,1 mm/rev terhadap variasi cairan pelumas

Pelumasan	Banyak lubang	Waktu (menit)	Keausan VB (mm)	
			Mata bor 1	Mata bor 2
Tanpa Pelumas	7	2.02	0.3	0.3
Minyak kelapa	15	4.05	0.3	0.3
Oli Sintesis	18	4.71	0.3	0.3

Pada Gambar 9 tampak penggunaan oli sintesis sebagai cairan pelumas mampu

membuat mata bor lebih tahan lama digunakan. Hal ini terlihat dari waktu yang dialami mata bor hingga mencapai batas keausan hingga 5 menit. Untuk penggunaan minyak kelapa mencapai 4 menit. Sedangkan tanpa menggunakan pelumas hanya selama 2 menit. Penurunan umur pakai yang terjadi antara penggunaan oli sintesis dan minyak kelapa tidak terlalu besar, berkisar 12 %. Untuk penurunan umur pakai mata bor dengan menggunakan oli sintesis sebagai cairan pelumas dan tanpa cairan pelumas adalah sebesar 54 %. Sedangkan penggunaan minyak kelapa dan tanpa pelumas sebesar 48 %. Nilai tersebut menunjukkan bahwa tidak adanya cairan pelumas dapat menurunkan umur pakai mata bor yang digunakan.



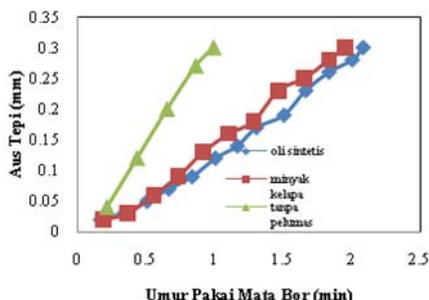
Gambar 9. Grafik pengaruh variasi pelumas terhadap umur pakai mata bor dengan gerak makan $f = 0,1$ mm/rev.

Tabel 4. Pemakanan 0,18 mm/rev terhadap variasi cairan pelumas

Pelumasan	Banyak lubang	Waktu (menit)	Keausan VB (mm)	
			Mata bor 1	Mata bor 2
Tanpa Pelumas	5	0.99	0.3	0.3
Minyak kelapa	11	1.95	0.3	0.3
Oli Sintesis	13	2.08	0.3	0.3

Dari Tabel 4 dapat ditampilkan grafik pengaruh pelumas yang digunakan terhadap waktu pakai mata bor pada kondisi gerak makan sebesar 0.18 mm/rev. Telah dibahas sebelumnya pada laju pemakanan (f) = 0.1 mm/rev, kesimpulan yang sama juga didapat pada f sebesar 0.18 mm/rev. Dimana tampak jelas penggunaan oli sintesis sebagai pelumas mampu memperpanjang umur pakai mata bor.

Hal itu diikuti dengan penggunaan minyak kelapa yang juga mampu memperpanjang umur pakai mata bor.

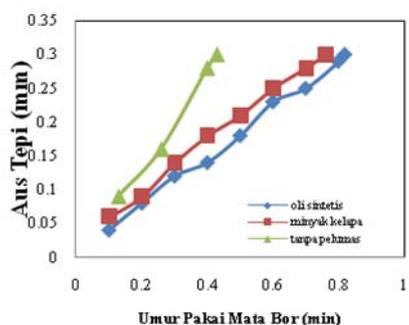


Gambar 10. Grafik pengaruh variasi cairan pelumas terhadap waktu pakai mata bor dengan gerak makan f sebesar 0,18 mm/rev.

Pada tabel 5 berikut, ditampilkan nilai laju pemakanan (f) = 0.24 mm/rev dengan variasi penggunaan cairan pelumas oli sintetis, minyak kelapa dan tanpa cairan pelumas. Dimana dapat dilihat dari jumlah lubang yang dihasilkan menunjukkan penggunaan oli sintetis sangat membantu dalam memperpanjang umur pakai mata bor.

Tabel 5. Data Nilai aus mata bor pada pemakanan 0,24 mm/rev

Pelumasan	Banyak lubang	Waktu (menit)	Keausan (mm)	
			Mata bor 1	Mata bor 2
Tanpa Pelumas	4	0.43	0.3	0.3
Minyak kelapa	8	0.76	0.3	0.3
Oli Sintesis	9	0.82	0.3	0.3



Gambar 11. Grafik pengaruh variasi pelumas terhadap waktu pakai mata bor dengan gerak makan f = 0,24 mm/rev.

Berdasarkan data yang ada dan terbaca dalam tabel 3 serta grafik dalam gambar 10, didapat persentase penurunan umur pahat antara penggunaan oli sintetis dan minyak kelapa sebesar 7 %. Oli sintetis dan tanpa pelumas sebesar 53 %, serta minyak kelapa dan tanpa pelumas sebesar 51 %. Pada tabel 4 serta gambar 11 yaitu pada f = 0.24 mm/rev didapat nilai penurunan umur mata bor dengan cairan pelumas oli sintetis dan minyak kelapa sebesar 8 %. Oli sintetis dan tanpa pelumas sebesar 48 %, serta minyak kelapa dan tanpa pelumas sebesar 44 %. Hasil tersebut juga menunjukkan bahwa penggunaan pelumas oli sintetis masih berada pada level yang terbaik dalam meningkatkan efektifitas mata bor HSS dalam percobaan yang dilakukan. Sedangkan untuk hasil dari penggunaan minyak kelapa juga cukup baik, hanya sedikit saja perbedaan yang terlihat dari penggunaan oli sintetis. Kekurangan minyak kelapa ini kemungkinan terjadi karena pengolahannya masih sangat sederhana dan tanpa adanya penambahan zat kimia lainnya. Tetapi berdasarkan perhitungan nilai ekonomis, maka minyak kelapa dapat dikatakan sebagai pelumas yang paling efektif digunakan. Selain harganya murah juga tidak ada efek samping yang ditimbulkan. Jika menggunakan oli sintetis akan terbentuk kepulan asap yang dapat mengganggu kesehatan, hal itu tidak terjadi ketika menggunakan minyak kelapa sebagai pelumasnya.

Dibawah ini adalah analisa kuantitatif menggunakan program minitab anova. Untuk mengetahui variabel apa yang paling berpengaruh dan signifikan dalam proses pengeboran pelat *ASTM A1011*.

Tabel 6. Data variabel pelumas serta umur pakai mata bor

No	Pelumas	f	t	N
1	A	0.1	4.05	443
2	A	0.18	1.95	443
3	A	0.24	0.76	443
4	B	0.1	4.71	443
5	B	0.18	2.08	443
6	B	0.24	0.82	443
7	C	0.1	2.02	443
8	C	0.18	0.99	443
9	C	0.24	0.43	443

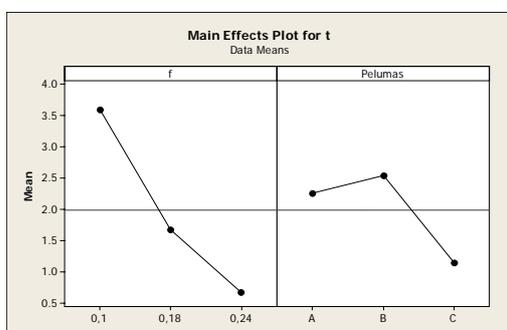
Dimana A : Pelumas Minyak Kelapa

B : Pelumas Oli Sintetis
 C : Tanpa Pelumas
 f = gerak makan
 t = waktu pakai mata bor
 n = putaran

Tabel 7. Two-way ANOVA: t versus parameter, f

Source	DF	SS	MS	F	P
Pelumas	2	3.2371	1.61854	4.34	0.099
f	2	13.2390	6.61948	17.76	0.010
Error	4	1.4908	0.37271		
Total	8	17.9669			

Pada tabel 7 dimana hasil pengolahan data menggunakan program minitab, pada kolom terakhir muncul huruf P. Itu merupakan satuan atau simbol dari nilai probabilitas (P value), itu adalah peluang munculnya suatu kejadian. Besarnya peluang melakukan kesalahan disebut taraf signifikansi yang artinya meyakinkan atau berarti. Dalam penelitian ini mengandung arti bahwa hipotesis yang telah terbukti pada sampel dapat diperlakukan pada populasi. Tingkat signifikansi 5% atau 0.05 artinya kita mengambil resiko kesalahan dalam mengambil keputusan untuk menolak hipotesis yang benar sebanyak-banyaknya 5% dan dalam mengambil keputusan sedikitnya 95% (tingkat kepercayaan). Lebih jelasnya, misalkan ada 100 kejadian dengan nilai probabilitas 5%, artinya peluang munculnya kesalahan akan terjadi sebanyak 5 kali dalam 100 kejadian. Pada hasil penelitian ini, nilai yang lebih kecil dari ketetapan P adalah f (gerak makan). Sedangkan nilai pada variasi pelumas lebih besar. Dari itu dapat disimpulkan bahwa gerak makan mempunyai dampak yang paling signifikan terhadap keausan mata bor.



Gambar 12. Grafik Two-Way ANOVA : t versus f

Dari Gambar 12 diatas dapat diketahui bahwa besarnya gerak makan mempengaruhi umur pakai mata bor. Semakin besar gerak makan, maka semakin cepat pula mata bor mengalami keausan. Selanjutnya dapat dilihat juga penggunaan oli sintetis sebagai cairan pelumas mampu meningkatkan umur pakai mata bor. Kemudian penggunaan minyak kelapa juga mampu meningkatkan efisiensi mata bor meskipun masih dibawah oli sintetis. Untuk Pengeboran tanpa menggunakan cairan pelumas, umur pakai mata bor bisa dikatakan sangat singkat, jika dibandingkan dengan pengeboran menggunakan cairan pelumas.

KESIMPULAN

Dari penelitian yang dilakukan, didapat beberapa kesimpulan antara lain:

1. Penggunaan cairan pelumas sangat berpengaruh terhadap keausan mata bor yang ditunjukkan pada umur pakai mata bor tersebut hingga mencapai batas kritis keausan. Dimana batas kritis yang dimaksud adalah sebesar 0.3 mm. Cairan pelumas dapat mengurangi panas yang ditimbulkan oleh gesekan antara benda kerja dan mata bor.
2. Oli sintetis mempunyai daya pelumasan yang lebih baik daripada minyak kelapa.
3. Peningkatan umur pakai mata bor dengan menggunakan oli sintetis sebagai cairan pelumas mencapai 54 % atau 2,69 menit. Sedangkan dengan menggunakan minyak kelapa didapat peningkatan sebesar 48 % atau 2,03 menit.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Childs, T., Maekawa, K., 2000. *Metal Machining Theory and Applications*. New York – Toronto
- [2] Hendra, S. 2004. *Pengaruh Kondisi Pemotongan Terhadap Keausan Pahat*. Jakarta
- [3] Kalpakjian, Serop and Schmid R. Steven. 2001. *Manufacturing Engineering and Technology, 4rd edition*. Prentice Hall. London
- [4] PTPN VII Rejosari, 2001. *Panduan Pemilihan Material*. Natar. Bandar

- Lampung
- [5] Rochim, Taufiq. 1993. *Proses Pemesinan*. ITB. Bandung
- [6] Waluyo, Joko. 2001. *Pengaruh Spindel Utama Mesin Bor Terhadap Keausan Pahat Bor dan Parameter Pengeboran pada Proses Pengeboran dengan Bahan Baja*. Jakarta