

IV. ANALISA DAN PEMBAHASAN

A. Data Hasil

Tabel 6. Data input simulasi

Kecepatan putar	433 rpm 635 rpm 970 rpm
Gerak makan	0.10 mm/rev 0.18 mm/rev 0.24 mm/rev
<i>Shear friction factor</i>	0.2
<i>Coeficient Convection</i>	0.05
Coulomb	0.2
Jumlah elemen pada pahat	12000 elemen
Jumlah elemen pada benda kerja	15000 elemen

Berdasarkan data input simulasi penelitian temperatur pada tepi pahat yang dilakukan maka didapatkan hasil temperatur pada ujung pahat yang selengkapnya dapat dilihat pada tabel 7 dibawah ini.

Tabel 7. Data Hasil Simulasi Temperatur Pahat

- Kecepatan Putaran 443 rpm

No.	<i>Rotational speed</i> (rpm)	<i>Feed Rate</i> (mm/rev)	<i>Temperature</i> (°C)
1.	433	0.10	157
2.		0.18	202
3.		0.24	217

- Kecepatan Putaran 635 rpm

No.	<i>Rotational speed</i> (rpm)	<i>Feed Rate</i> (mm/rev)	<i>Temperature</i> (°C)
1.	635	0.10	164
2.		0.18	204
3.		0.24	252

- Kecepatan Putaran 970 rpm

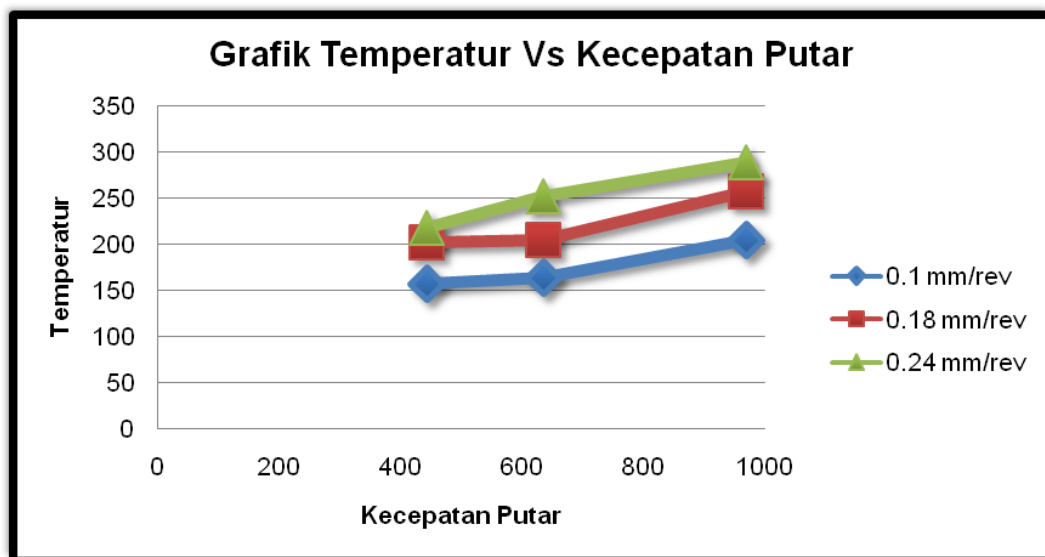
No.	<i>Rotational speed</i> (rpm)	<i>Feed Rate</i> (mm/rev)	<i>Temperature</i> (°C)
1.	970	0.10	204
2.		0.18	257
3.		0.24	288

B. Pembahasan

Hasil dari simulasi pada gurdi untuk mendapatkan temperatur pada pahat dapat dibahas melalui grafik hasil simulasi, grafik yang dapat dibahas adalah grafik

temperatur terhadap kecepatan putar dan grafik temperatur terhadap gerak makan, dimana dua grafik tersebut dapat dilihat pada gambar 25 dan gambar 26.

1. Grafik Temperatur Vs Kecepatan Putar



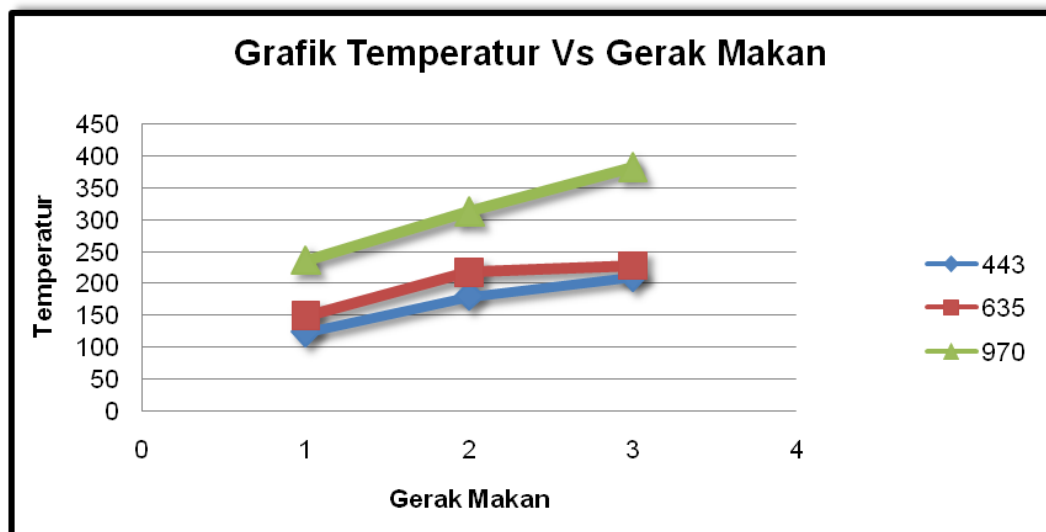
Gambar 25. Grafik temperatur vs kecepatan putar

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa kecepatan putar 970 rpm dan gerak makan 0.24 mm/rev mendapatkan temperatur paling tinggi yaitu sebesar 288 °C sedangkan pada kecepatan putar 443 rpm dan gerak makan 0.10 mm/rev mendapatkan temperatur paling kecil yaitu sebesar 157 °C. Hal ini disebabkan bahwa semakin besar kecepatan putar maka semakin besar pula temperatur yang didapatkan. Pada kecepatan putar 443 rpm dan gerak makan 0.24 mm/rev mendapatkan temperatur yang tinggi sebesar 217 °C sedangkan pada gerak makan 0.10 mm/rev mendapatkan temperatur yang kecil sebesar 157 °C. Keadaan yang sama juga didapatkan pada kecepatan putar 635 rpm dan 970 rpm, pada gerak makan 0.24 mm/rev mendapatkan temperatur yang tinggi yaitu sebesar 252 °C,

dan 288 °C dan pada gerak makan 0.10 mm/rev mendapatkan hasil temperatur yang kecil yaitu sebesar 150 °C, dan 237 °C.

Hasil ini didapatkan karena kecepatan yang tinggi akan menyebabkan naiknya temperatur pemotongan sehingga menyebabkan sudut geser (*shear angle*) naik. Gesekan pada pahat gundi saat berputar menimbulkan temperatur yang semakin meningkat secara kontinu sesuai dengan kedalaman potong yang dilakukan, sehingga dengan bertambahnya kecepatan putar maka gesekan material benda kerja dengan pahat gundi juga bertambah intensitasnya sampai menghasilkan temperatur pada pahat dan material benda kerja. Jadi dengan kecepatan putar yang sama dan dengan besarnya gerak makan, maka temperatur yang didapatkan juga bertambah.

2. Grafik Temperatur Vs Gerak Makan



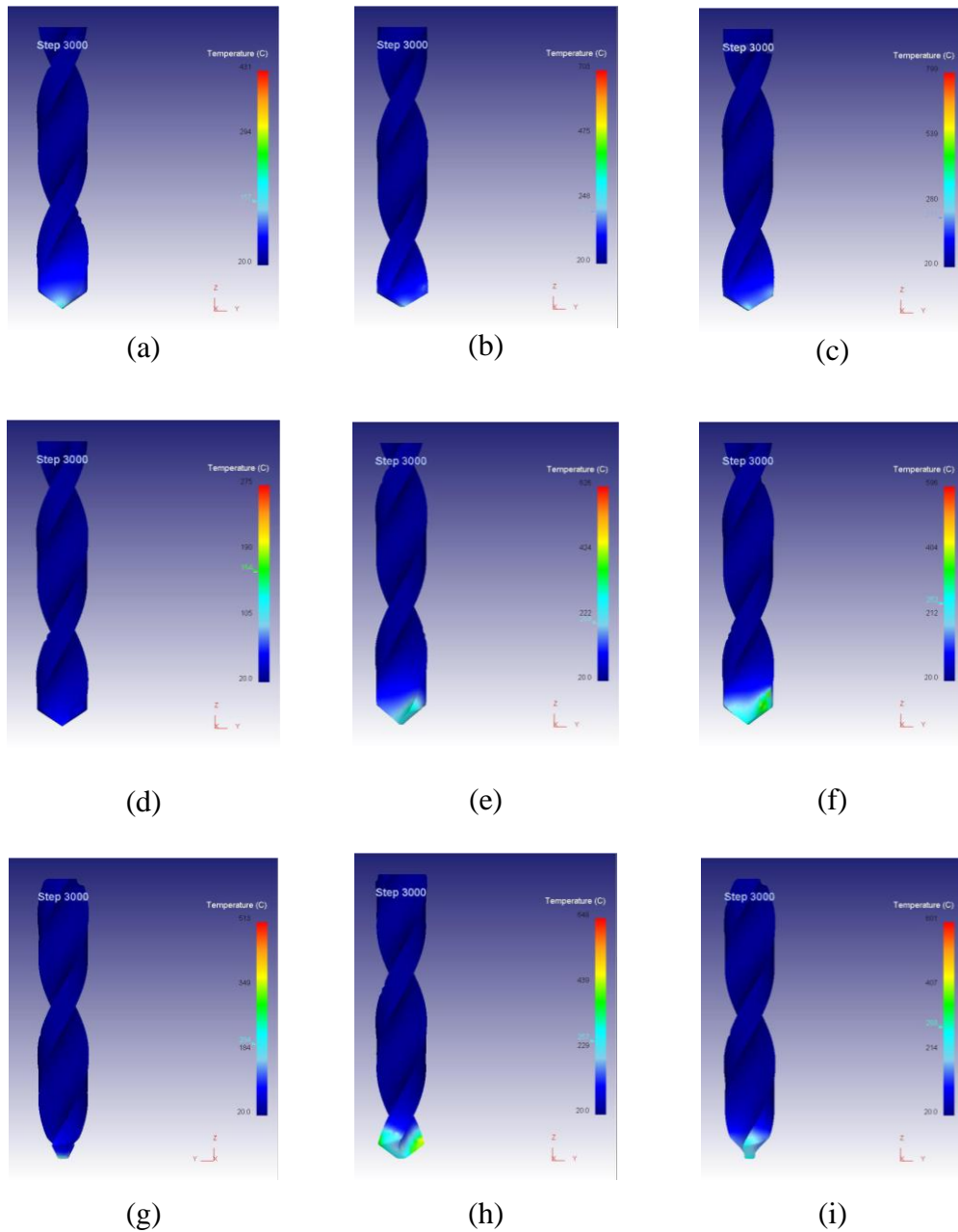
Gambar 26. Grafik temperatur vs gerak makan

Pada grafik diatas dapat kita lihat bahwa gerak makan 0.24 mm/rev mendapatkan temperatur yang paling besar sebesar 288 °C, sedangkan pada gerak makan 0.10 mm/rev mendapatkan temperatur yang paling kecil sebesar 157 °C. Pada gerak makan tertentu peningkatan kecepatan putar juga mengakibatkan terjadinya kenaikan pada temperatur pahat. Dilihat dari gerak makan 0.10 mm/rev dan kecepatan putar 443 rpm mendapatkan temperatur yang kecil sebesar 157 °C, sedangkan pada kecepatan putar 970 rpm mendapatkan temperatur yang besar yaitu 217 °C.

Pada gerak makan tertentu dimulai dari kecepatan putar yang rendah, temperatur mencapai hasil yang besar, kemudian membesar dan terus membesar seiring dengan naiknya kecepatan putar. Gerak makan 0.24 mm/rev menghasilkan panas paling tinggi, hal ini disebabkan karena daya pemotongan pahat gundi yang cepat terhadap material menyebabkan gesekan yang besar sehingga temperatur menjadi naik. Dengan naiknya temperatur akan menyebabkan terjadinya pelunakan pada material, sehingga semakin besar gerak makan yang dibuat, daya pemotongan pada material juga akan mempercepat pelunakan pada material.

D. Hasil Simulasi Temperatur Pada Pahat Gurdi

Hasil simulasi temperatur pada pahat gurdi dapat kita lihat pada gambar 27 di bawah ini.



Gambar 27. Hasil temperatur pahat pada

(a) $V_{rot} = 443$ rpm,
 $f = 0.10$ mm/rev
(b) $V_{rot} = 443$ rpm,
 $f = 0.18$ mm/rev
(c) $V_{rot} = 443$ rpm,
 $f = 0.24$ mm/rev

(d) $V_{rot} = 635$ rpm,
 $f = 0.10$ mm/rev
(e) $V_{rot} = 635$ rpm,
 $f = 0.18$ mm/rev
(f) $V_{rot} = 635$ rpm,
 $f = 0.24$ mm/rev

(g) $V_{rot} = 970$ rpm,
 $f = 0.10$ mm/rev
(h) $V_{rot} = 970$ rpm,
 $f = 0.18$ mm/rev
(i) $V_{rot} = 970$ rpm,
 $f = 0.24$ mm/rev

Dari gambar 27 dapat kita lihat bahwa dari kecepatan 433 rpm, 635 rpm dan 970 rpm memiliki hasil temperatur pahat yang semakin meningkat. Begitu juga dengan gerak makan 0.10 mm/rev, 0.18 mm/rev, dan 0.24 mm/rev memiliki hasil temperatur pahat yang semakin meningkat.

Sumber panas terjadi karena timbulnya tegangan (*stress*) di daerah di sekitar konsentrasi gaya penekanan mata potong pahat. Tegangan pada benda kerja tersebut pada salah satu arah akan terjadi tegangan geser (*shearing stress*) yang maksimum. Apabila tegangan geser ini melebihi kekuatan logam yang bersangkutan maka akan mengalami deformasi plastis (perubahan bentuk), pahat akan menggeser dan memutuskan benda kerja di ujung pahat pada satu bidang geser (*shear plane*). Proses deformasi pada bidang geser memerlukan energi mekanik dan setelah proses ini terjadi maka energi mekanik berubah menjadi energi termal. Dari proses itulah panas didapatkan.

Selain dari panas yang disebabkan oleh energi mekanik pemotongan, panas pada pahat juga disebabkan karena adanya gesekan pahat dengan material. Panas ini didistribusikan ke geram, benda kerja terpotong, dan pahat. Keadaan bentuk geram yang tidak rata pada saat proses pemotongan akan membuat temperatur pada pahat naik turun. Walaupun temperatur pahat naik turun bila kedalaman potongnya semakin dalam maka temperatur tetap naik.

C. Pengaruh Material Benda Kerja

Selain kondisi pemotongan (kecepatan putar, kedalaman potong dan gerak makan) temperatur juga dipengaruhi oleh material benda kerja. Secara umum terlihat

bahwa semakin tinggi kekerasan benda kerja maka temperatur yang didapatkan juga semakin besar. Hal ini disebabkan karena semakin keras benda kerja maka energi pemotongan yang terjadi antara pahat gurdi dan benda kerja juga semakin besar sehingga temperatur pemotongan meningkat, akibatnya keausan pahat akan semakin besar.

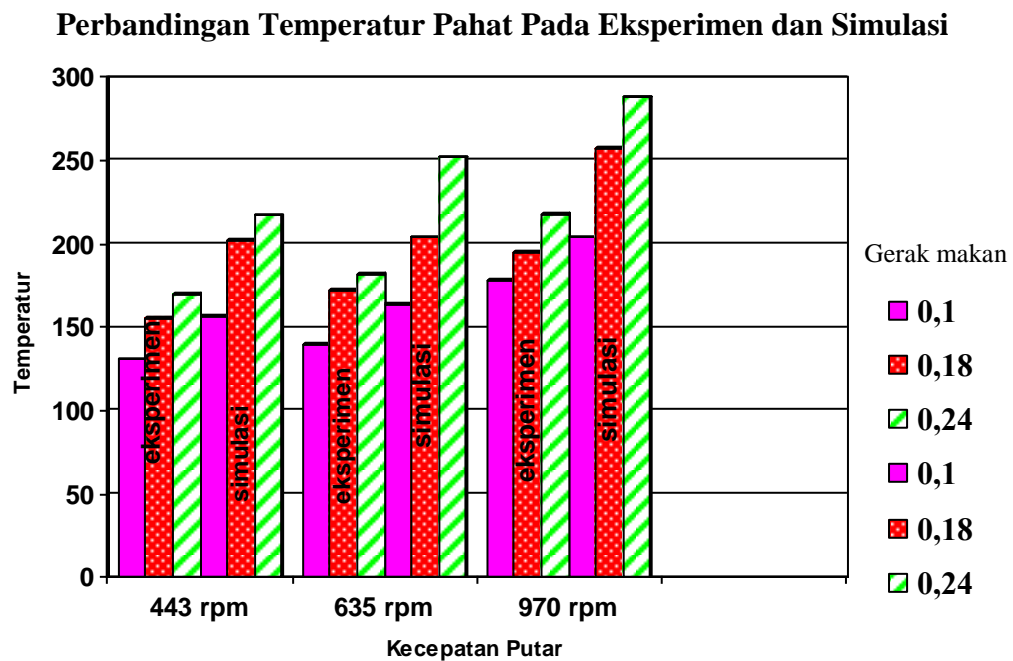
E. Perbandingan Hasil Temperatur Pahat Gurdi Eksperimen Dengan

Simulasi

Prediksi temperatur pahat yang dilakukan secara simulasi dapat dibandingkan dengan hasil eksperimen yang dilakukan oleh Inata (2010). Nilai temperatur pahat yang didapat dari pengujian mendekati hasil dari simulasi. Kedua hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 8 dan pada gambar 28 dibawah ini.

Tabel 8. Perbandingan Data Hasil Pengujian Penaksiran Temperatur Pahat Secara Eksperimen dan Secara Simulasi

V rpm	f mm/rev	Hasil Eksperimen T °C	Hasil Simulasi T °C	Prosentase %
443	0.1	131	157	19
	0.18	155	202	30
	0.24	170	217	27
635	0.1	140	164	17
	0.18	172	204	18
	0.24	182	252	38
970	0.1	178	204	14
	0.18	195	257	31
	0.24	218	288	32



Gambar 28. Grafik Perbandingan Temperatur Pahat Pada Eksperimen Dan Simulasi

Dari grafik 28 antara simulasi dan eksperimental mempunyai hasil temperatur yang tidak jauh berbeda hasilnya, namun mempunyai hasil pada simulasi lebih tinggi daripada hasil pada eksperimental. Pada kecepatan 443 rpm dengan gerak makan 0.10, 0.18, 0.24 mm/rev secara eksperimental mempunyai hasil temperatur yaitu 131, 155, dan 170 °C sedangkan secara simulasi mendapatkan hasil temperatur yaitu 157, 202, dan 217 °C. begitu juga pada kecepatan 635 dan 970 rpm pada gerak makan 0.10, 0.18, dan 0.24 mm/rev secara eksperimental didapatkan temperatur sebesar 140, 172, 182 °C dan 178, 195, dan 218 °C, sedangkan secara simulasi didapatkan hasil 164, 204, 252 °C dan 204, 257, serta 288 °C.

Berdasarkan Prosentase perbedaan hasil perbandingan yang dilakukan secara eksperimental dan simulasi dapat dilihat pada gambar 28 yang memperlihatkan

bahwa prosentase semakin meningkat seiring dengan bertambahnya gerak makan yang digunakan. pada kecepatan 635 rpm dan gerak makan 0.10 mm/rev didapatkan perbedaan hasil sebesar 17 %, sedangkan pada gerak makan 0.24 mm/rev sebesar 38 %. Secara keseluruhan prosentase yang paling rendah adalah 14 % yang didapatkan pada kecepatan 970 rpm dan gerak makan 0.10 mm/rev, sedangkan prosentase yang paling besar adalah 38 % yang didapatkan pada kecepatan 635 rpm dan gerak makan 0.24.

Dari hasil dapat dilihat perbedaan yang dihasilkan secara simulasi dan eksperimental, Hal ini disebabkan karena ukuran elemen yang relatif besar pada benda kerja di ujung mata pahat dibandingkan ujung pahat pemotongan, sehingga kesalahan perhitungan suhu yang dihasilkan dengan besar ujung pemotongan secara signifikan diperbesar oleh remeshing terus menerus.

Ada sejumlah alasan umum untuk solusi yang tidak konvergen.

1. Material yang memiliki gerak permukaan yang besar. Sebagian besar permukaan berdeformasi memiliki tingkat regangan sangat rendah atau kaku.
2. Material bukan laju regangan sensitif.
3. Material elasto-plastik mengalami deformasi besar atau memiliki awal yang tidak sesuai.

Ekstrapolasi kesalahan data aliran tegangan material pada tingkat regangan dan suhu yang tinggi dan penggunaan model gesekan yang disederhanakan untuk permukaan geram juga mempengaruhi perbedaan hasil temperatur pada ujung pahat. Pernyataan diatas diperkuat oleh Özel yang menyatakan keterbatasan dalam model material pada tingkat regangan yang sangat besar.

Secara keseluruhan hasil yang didapatkan baik secara eksperimental maupun simulasi mempunyai hasil temperatur yang sejalan secara linier seperti dapat dilihat pada gambar 28.