

SIMULASI PENGARUH *FRICITION, SPEED, MATERIAL, DAN TEMPERATURE* TERHADAP *DAMAGE* PADA *BLOCK PRE FORMING* DENGAN METODE *TAGUCHI*

Dicky Adi Tyagita¹⁾, Asroni²⁾

Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Metro

Jl. Ki Hjar Dewantara No. 116 Kota Metro

E-mail : dicky_doank@yahoo.co.id¹⁾

ABSTRAK

Pada proses pembentukan logam *damage* dapat disebabkan oleh beberapa faktor yaitu beban yang bekerja pada benda kerja, temperatur pemanasan awal, dan temperatur yang disebabkan gesekan antara die dan material yang akan di lakukan *pre forming*. Proses metal forming bisa dilakukan dengan 2 cara yaitu pengerjaan panas (*hot working*) dan pengerjaan dingin (*cold working*). Pada proses pengerjaan panas dan pengerjaan dingin logam mengalami deformasi plastis dan perubahan bentuk. Pada pengerjaan panas, gaya deformasi yang diperlukan adalah lebih rendah dan perubahan sifat mekanik juga tidak signifikan. Pada pengerjaan dingin, diperlukan gaya yang lebih besar, akan tetapi kekuatan logam tersebut akan meningkat secara signifikan. Tren penggunaan simulasi semakin meningkat dikarenakan mampu memprediksi dan menggambarkan mekanisme proses serta mendapatkan optimasi proses *pre forming*. Studi yang dilakukan menggunakan simulasi 3 dimensi (3D) untuk memprediksi pengaruh variasi *friction, speed, material, dan temperature* terhadap *damage* pada *block pre forming*. Dari hasil simulasi menunjukkan nilai *damage* terbesar terlihat pada spesimen nomor 9 dengan nilai *damage* tertinggi sebesar 0,0302 pada variasi *friction* sebesar 0,2; *speed punch* 2 inc/s, material al 2xxx, dan temperature 122 °F. Nilai *damage* terendah terlihat pada spesimen nomor 6 dengan nilai *damage* tertinggi sebesar 0,0101 pada variasi *friction* sebesar 0,12; *speed punch* 2 inc/s, material al 1xxx, dan temperature 122 °F. Nilai *load prediction* terbesar terlihat pada grafik 1 dengan nilai 1470 klb. Nilai *load prediction* terkecil terlihat pada grafik 6 dengan nilai 155 klb.

Kata kunci: *friction, speed, material, temperature, damage*

Pendahuluan

Metal forming adalah proses pembentukan logam secara plastis dengan mempergunakan gaya tekan untuk mengubah bentuk atau ukuran dari logam yang dikerjakan. Proses *metal forming* bisa dilakukan dengan 2 cara yaitu pengerjaan panas (*hot working*) dan pengerjaan dingin (*cold working*). *Metal forming* bisa dilakukan dengan manual atau dengan mesin hidrolis karena bisa membuat tekanan dengan tenaga yang besar. Tetapi jika menggunakan tenaga pneumatik, tenaga yang dihasilkan lebih kecil.²

Dua jenis pengerjaan mekanik dimana logam mengalami deformasi plastis dan perubahan bentuk adalah pengerjaan panas dan pengerjaan dingin. Pada pengerjaan panas, gaya deformasi yang diperlukan adalah lebih rendah dan perubahan sifat mekanik juga tidak signifikan. Pada pengerjaan dingin, diperlukan gaya yang lebih besar, akan tetapi kekuatan logam tersebut akan meningkat secara

signifikan.¹

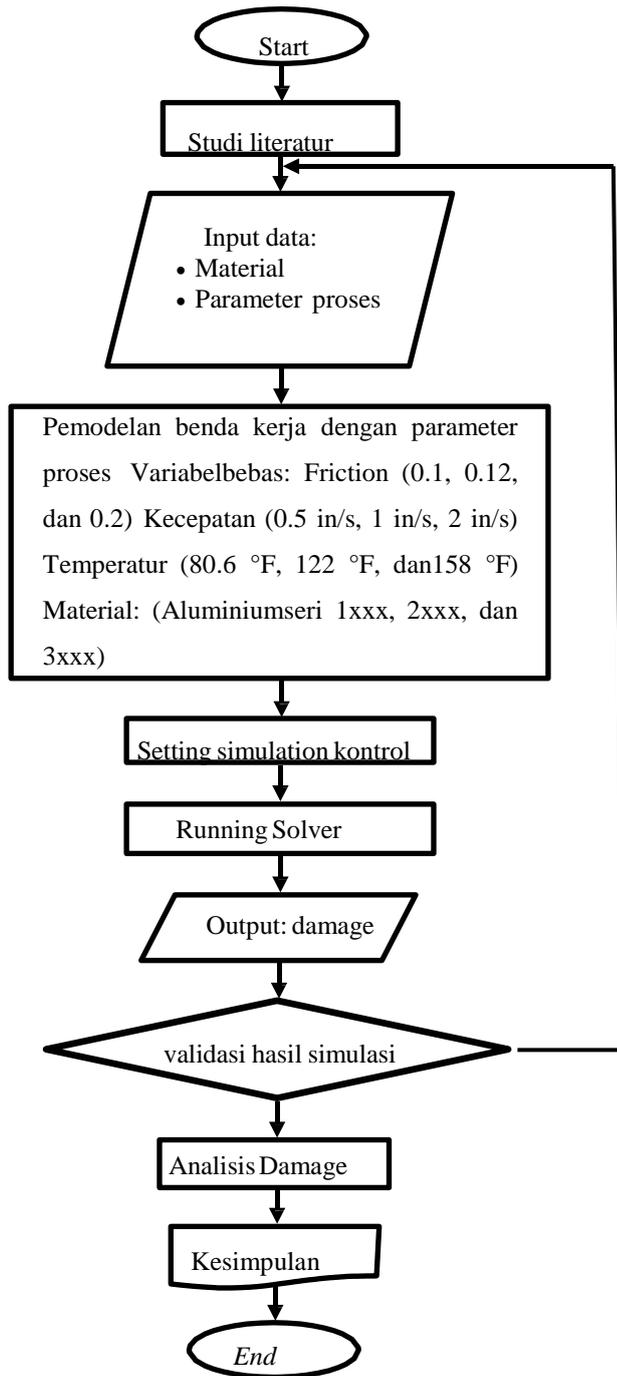
Suhu rekristalisasi logam menentukan batas antara pengerjaan panas dan dingin. Pengerjaan panas logam dilakukan di atas suhu rekristalisasi atau di atas daerah pengerasan kerja. Pengerjaan dingin dilakukan di bawah suhu rekristalisasi dan kadang-kadang berlangsung pada suhu ruang. Suhu rekristalisasi baja berkisar antara 500 °C dan 700 °C.

Metodologi

Diagram alir Penelitian

Untuk mengetahui pengaruh variasi *friction, speed, material, dan temperature* terhadap *damage* pada *block pre forming* dengan simulasi komputer. Dilakukan dengan memodelkan proses *pre forming* dengan memanfaatkan *software* berbasis metode elemen hingga. Langkah-langkah yang dilakukan dijelaskan oleh diagram alir

pada gambar 1.



Gambar 1 . Diagram Alir Penelitian

Variabel

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Variabel bebas :
 - *Friction* (0.1, 0.12, dan 0.2);
 - *Speed* (0.5 in/s, 1 in/s, 2 in/s);
 - *Temperature* (80.6 °F, 122 °F, dan 158 °F);

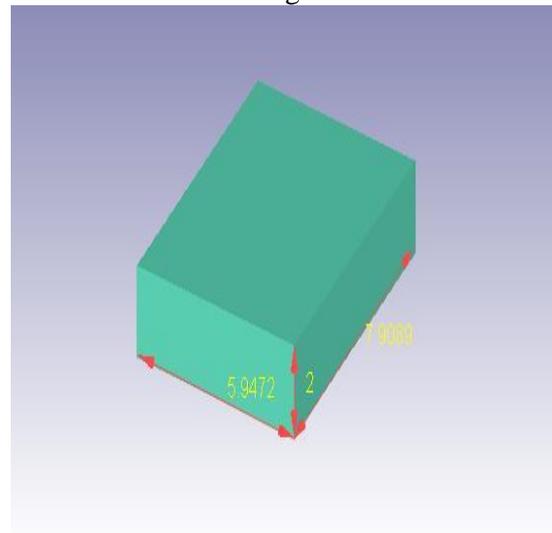
- *Materials*: (Aluminium seri 1xxx, 2xxx, dan 3xxx).

2. Variabel terikat :
Variabel terikat dalam penelitian ini adalah
 - *Damage*

3. Variabel terkontrol
Variabel terkontrol dalam penelitian ini adalah :
 - Constant die Displacement : 0.13
 - Dies : Rigid

Spesifikasi Material Benda Kerja dan Punch

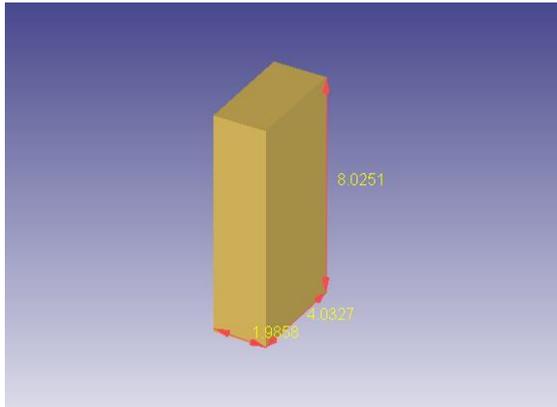
- Spesifikasi material benda kerja
Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *top die* dan *bottom die rigid* serta *block* (benda kerja) yang berbahan aluminium seri 1xxx, 2xxx, dan 3xxx
- Spesifikasi material die
Material die = Rigid



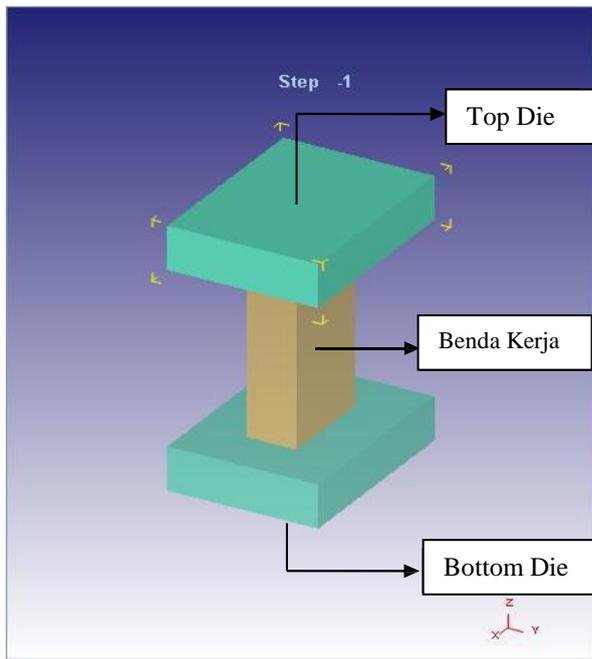
Gambar 2. Die

Pemodelan Pre Forming

Metal forming dimodelkan secara 3 dimensi dengan memberikan variasi *friction* (0.1, 0.12, dan 0.2); kecepatan (0.5 in/s, 1 in/s, 2 in/s); temperature (80.6 °F, 122 °F, dan 158 °F); material: (aluminium seri 1xxx, 2xxx, dan 3xxx).



Gambar 3. Dimensi benda Kerja



Gambar 4. Pemodelan benda kerja

Tabel 1. Pemodelan variasi pada *pre forming*

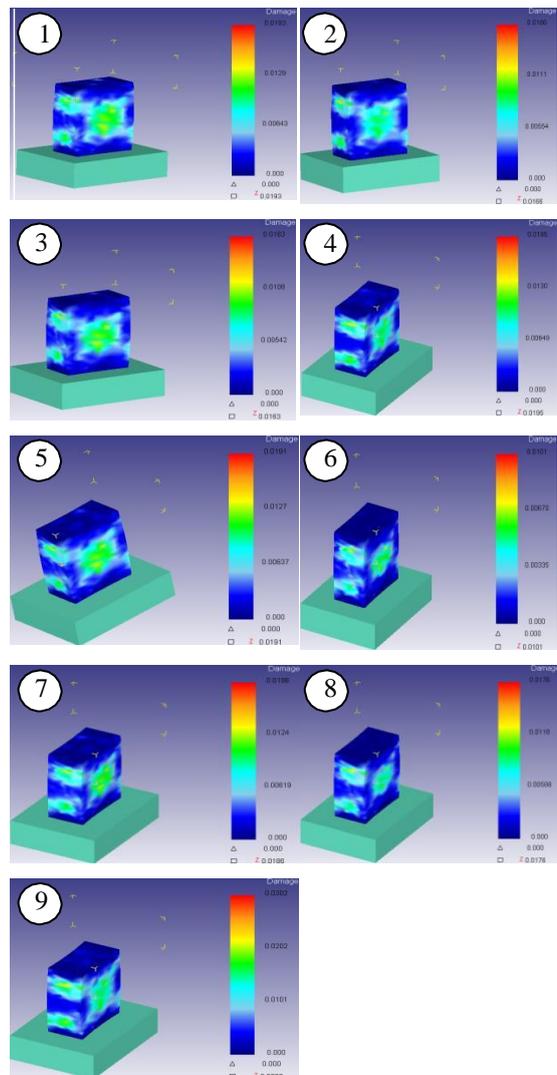
Spesimen	Friction	Speed Punch	Material	Temperature
1	0,1	0,5 inc/s	Al 1xxx	80,6 °F
2	0,1	1 inc/s	Al 2xxx	122 °F
3	0,1	2 inc/s	Al 3xxx	158 °F
4	0,12	0,5 inc/s	Al 2xxx	158 °F
5	0,12	1 inc/s	Al 3xxx	80,6 °F
6	0,12	2 inc/s	Al 1xxx	122 °F
7	0,2	0,5 inc/s	Al 3xxx	122 °F
8	0,2	1 inc/s	Al 1xxx	158 °F
9	0,2	2 inc/s	Al 2xxx	80,6 °F

Hasil dan Pembahasan

Dari hasil simulasi yang telah dilakukan dapat dilihat gambar dan grafik pengaruh *friction*, *speed*, *material*, dan *temperature* terhadap *damage* pada *block pre forming* pada Gambar 5 dan 6.

Tabel 2. Nilai *Damage*

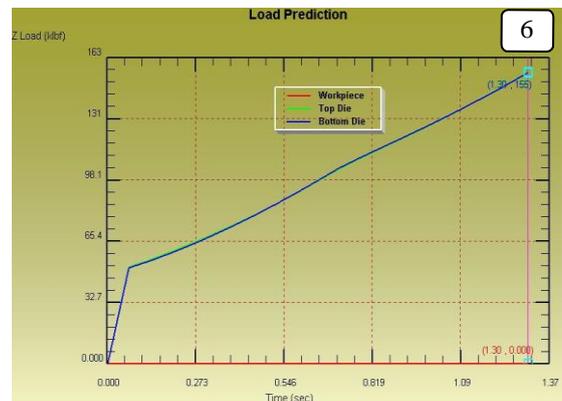
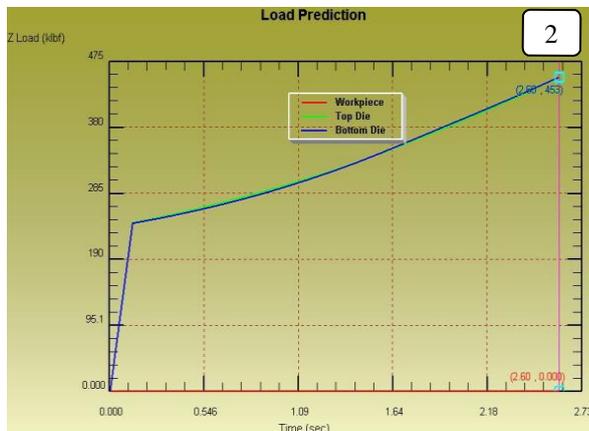
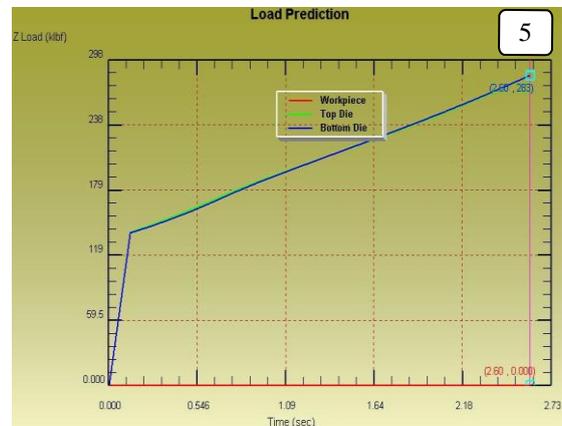
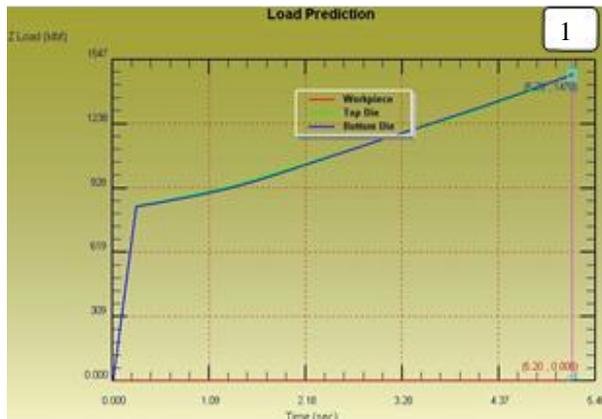
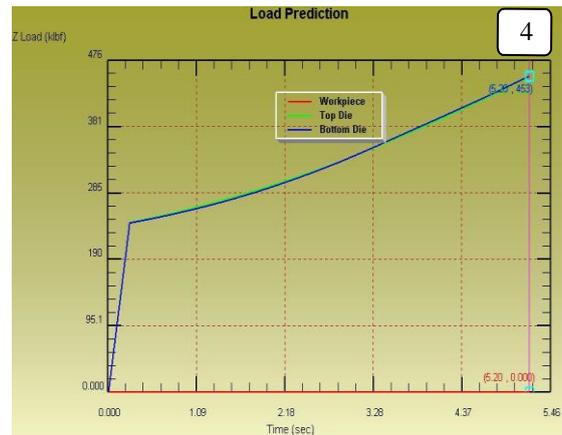
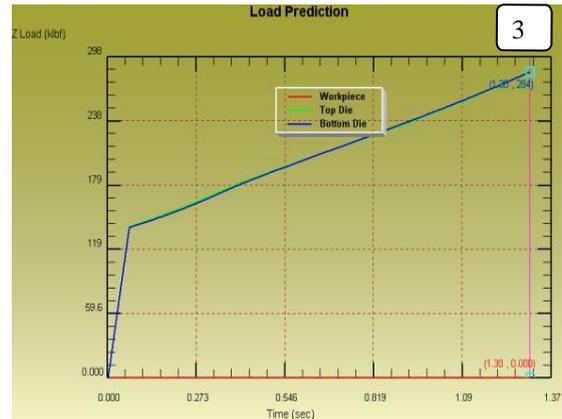
Spesimen	Damage tertinggi
1	0,0193
2	0,0166
3	0,0163
4	0,0195
5	0,0191
6	0,0101
7	0,0186
8	0,0176
9	0,0302

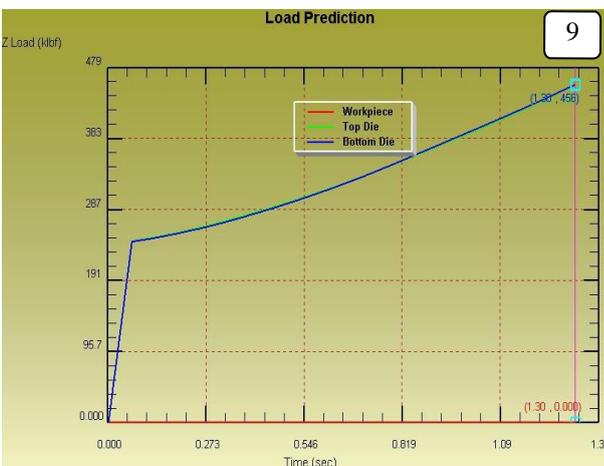
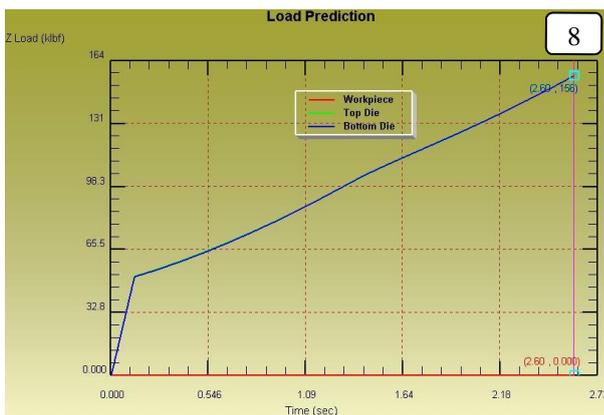
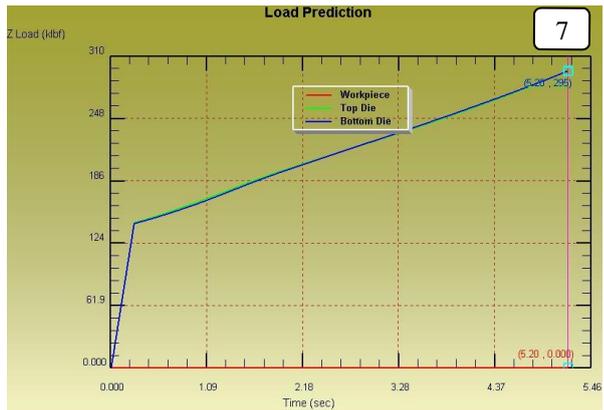


Gambar 5. Distribusi *damage* pada *block pre forming*

Dari gambar 5 dapat diketahui bahwa nilai *damage* terbesar terlihat pada spesimen nomor 9 dengan nilai *damage* tertinggi sebesar 0,0302. Hal ini disebabkan pada spesimen nomor 9 ini, proses pembentukan logam dilakukan pada suhu kamar (80,6 °F) sehingga tidak ada proses pemanasan logam yang terjadi sebelum proses pembentukan. Selama proses pembentukan terjadi *strain hardening*, logam akan menjadi lebih keras yang diikuti dengan penurunan keuletan sehingga deformasi yang terjadi menjadi terbatas meskipun nilai *friction* dan *speed punch* sudah paling tinggi.

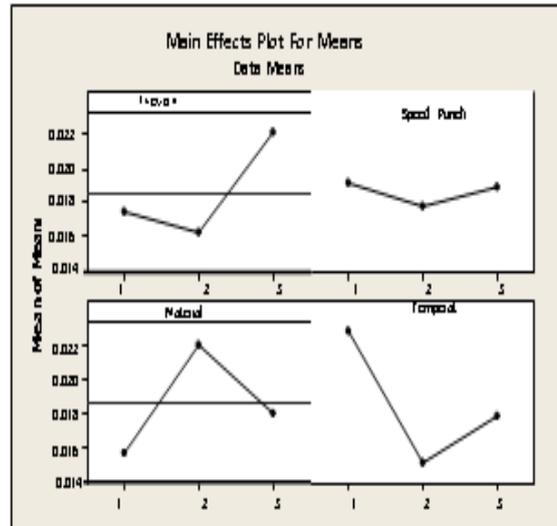
Nilai *damage* terendah terlihat pada spesimen nomor 6 dengan nilai *damage* tertinggi sebesar 0,0101. Hal ini disebabkan pada spesimen nomor 6 ini, proses pembentukan logam dilakukan pada suhu 122 °F sehingga terjadi pelunakan sebelum dan selama proses pembentukan logam secara terus menerus hal ini juga ditunjang oleh nilai *friction* sebesar 0,12 dan *speed punch* sebesar 2 inc/s sehingga semakin meningkatkan temperature proses pembentukan logam sehingga deformasi yang terjadi cukup besar.





Gambar 6. Grafik Load Prediction

Dari gambar 6 dapat diketahui bahwa nilai *load prediction* terbesar terlihat pada grafik 1 dengan nilai 1470 klbf. Nilai *load prediction* terkecil terlihat pada grafik 6 dengan nilai 155 klbf. Hal ini berarti semakin kecil nilai variasi *friction*, *speed punch*, *material*, dan *temperature* maka semakin besar pembebanan yang terjadi gaya yang dibutuhkan semakin besar. Sebaliknya semakin besar nilai variasi *friction*, *speed punch*, *material*, dan *temperature* maka semakin kecil pembebanan yang terjadi gaya yang dibutuhkan semakin kecil.



Gambar 7: Main Effects Plot for Means

Dari gambar 7 dapat diketahui bahwa:

1. *Friction*

Nilai *damage* terbesar terletak pada variasi *friction* dengan nilai 0,2 dan nilai *damage* terkecil terletak pada variasi *friction* dengan nilai 0,12.

2. *Speed Punch*

Nilai *damage* terbesar terletak pada variasi *speed punch* dengan nilai 0,5 inc/s dan nilai *damage* terkecil terletak pada variasi *speed punch* dengan nilai 0,1 inc/s.

3. *Material*

Nilai *damage* terbesar terletak pada variasi *material* dengan jenis Al 2xxx dan nilai *damage* terkecil terletak pada variasi *material* dengan jenis Al 1xxx.

4. *Temperature*

Nilai *damage* terbesar terletak pada variasi *temperature* dengan nilai 80,6 °F dan nilai *damage* terkecil terletak pada variasi *temperature* dengan nilai 122 °F.

Semakin tinggi *temperature*, *friction*, dan *speed punch* kekuatan dan kekerasan akan menurun sehingga dapat terjadi proses deformasi plastis. Deformasi disebabkan adanya beban tekan yang akan mengubah bentuk awal benda kerja meskipun bebannya dihilangkan. Hasil dari simulasi juga mendukung fenomena tersebut dimana dengan semakin meningkatnya *temperature*, *friction*, dan *speed punch* maka deformasi plastis yang terjadi semakin besar dan menurunkan nilai *damage*.

Kesimpulan

Dari analisa hasil dan pembahasan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan, sebagai berikut :

1. Nilai *damage* terbesar terlihat pada spesimen nomor 9 dengan nilai *damage* tertinggi sebesar 0,0302 pada variasi *friction* sebesar 0,2; *speed punch* 2 inchi/s, *material* Al 2xxx, dan *temperature* 122 °F.
2. Nilai *damage* terendah terlihat pada spesimen nomor 6 dengan nilai *damage* tertinggi sebesar 0,0101 pada variasi *friction* sebesar 0,12; *speed punch* 2 inc/s, *material* Al 1xxx, dan *temperature* 122 °F.
3. Nilai *load prediction* terbesar terlihat pada grafik 1 dengan nilai 1470 klb.
4. Nilai *load prediction* terkecil terlihat pada grafik 6 dengan nilai 155 klb.
5. Dengan simulasi 3D, dapat dikembangkan optimasi parameter *pre forming* untuk mengurangi *damage* pada benda kerja.

9. Yanjie, Liu. 2008. *Computer Simulations and Experimental Study on Crash Box of Automobile in Low Speed Collision*. Chin

Daftar Pustaka

1. Saptono, Rahmat. 2005. *Analisis Proses Pembentukan Logam*. Jakarta: Universitas Indonesia.
2. Moaveni, Saeed. 1999. *Finite Element Analysis Theory and Application with ANSYS*. New Jersey : Prentice Hall.
3. Nakazawa, Tamura dan Yoshida. 2005. *Development Of Crash-Box For Passenger Car With High Capability For Energy Absorption*. Jepang.
4. Nentchev, A. 2002. *Numerical Analysis and Simulation in Microelectronics by Vector Finite Elements*. USA.
5. Robert D. Cook, David S. Malkus dan Michael E. Plesha. 1989. *Concepts and Applications of Finite Element Analysis*. Canada : Wiley.
6. Segerlind, Larry J. 1984. *Applied Finite Element Analysis*. Canada : John Wiley & Sons
7. Velmurugan and Muralikannan. (2009). *Energy Absorption Characteristics of Annealed Steel Tubes of Various Cross Sections in Static and Dynamic Loading*. India.
8. Witteman. 1999. *Improved Vehicle Crashworthiness Design by Control of the Energy Absorption for Different Collision Situations*. Belanda.