

PENGARUH KETEBALAN MATERIAL DAN *CLEARANCE PROGRESSIVE DIES* TERHADAP KUALITAS PRODUK RING M7VY Suryadi¹, Heru Sukanto², Wijang Wisnu Raharjo²¹ Mahasiswa – Jurusan Teknik Mesin – Universitas Sebelas Maret² Staf Pengajar – Jurusan Teknik Mesin – Universitas Sebelas Maret**Keywords :***Washer M7
thickness
looseness (clearance)
burr***Abstract :**

Washer component manufacturing is mostly done by blanking and piercing technique. The purpose of this research is determining the effect of clearance on product quality and to determine the optimal clearance. Good quality of washer could be achieved by cutting process on the punch and die of progressive dies where the provisions of clearance properly calculated. The research was conducted by using the M7 washer, M7 washer making use of progressive dies. The research was conducted with a wide range of plate thickness, between 0.7 mm to 1.4 mm and also varies clearances between 0.025 mm / side up to 0.125 mm / side. The result shows that material thickness affect to quality of ring M7 product. The thicker of material will cause the higher burr, in that means poor quality. The clearance affect to quality of ring M7 product. The wider clearance will cause the higher burr, in that means poor quality. Refer to research conducted, the best quality of product set on 0.7 mm material thickness with 0,025 mm clearance which is 0,003 mm burr developed.

PENDAHULUAN

Kebutuhan akan aneka bentuk dan jenis material logam terus meningkat seiring dengan kemajuan industri. Hampir semua perangkat maupun konstruksi yang membutuhkan kekuatan dan ketahanan selalu menggunakan material jenis logam, salah satu pengguna logam yang dominan adalah komponen-komponen otomotif, khususnya pada bagian bagian mesin penggerak. Banyaknya komponen dari mesin menjadikan kebutuhan akan suplai komponen semakin tinggi. Diantara banyak komponen mesin, terdapat salah satu produk yang sangat banyak dibutuhkan, yaitu *Ring / washer*. Dari data statistik produksi kendaraan di Indonesia pada tahun 2012 menunjukkan angka sebesar 7.141.586 buah kendaraan baik untuk domestik ataupun export, (aisi 2012). Diperkirakan setiap sepeda motor terdapat 40 buah ring saja, maka kebutuhan setiap tahunnya adalah 285.663.440, dan ini hanya untuk sepeda motor, belum termasuk mobil atau sejenisnya. Peningkatan kebutuhan sepeda motor yang diprediksi terus meningkat sehingga berdampak pada peningkatan permintaan produksi *ring*. Fenomena diatas mendorong perlunya melakukan perbaikan dalam pelaksanaan produksi *ring* agar dapat memenuhi tuntutan kualitas dan kuantitas pengguna. Salah satu upaya yang dapat dilakukan dengan uji efektifitas *clearance* pada *dies* untuk sebuah mesin pembuat komponen *ring* dengan proses *pierching*. Keseragaman dimensi yang dituntut dalam proses produksi dimana jumlah produk yang dihasilkan harus memiliki dimensi yang sama dan dengan

waktu produksi yang relatif singkat untuk memenuhi jumlah kebutuhan yang cukup banyak. Peningkatan kebutuhan diatas harus disediakan alat potong pembuat *ring* dengan metode *progressive dies*, dimana proses pembuatan *ring* dilakukan secara berurutan dalam sebuah alat penekan. Adapun alat tersebut harus menghasilkan produk *ring* yang berkualitas dengan hasil pemotongan yang baik dan proses yang cepat. Kualitas *ring* yang baik dapat dicapai dengan proses pemotongan pada *punch* dan *die* dari *progressive dies* dimana ketentuan *clearance* diperhitungkan dengan benar. Ship-P L., dkk (2010) telah melakukan penelitian untuk menyelidiki pengaruh bahan dan *clearance* pada *punch* dan *die*, sudut potong dan jumlah *stroke*. Dalam penelitian tersebut juga dilakukan analisis hubungan antara bidang potong dan tingkat keausan. J.-Ch.Lin., dkk (2009) melakukan penelitian untuk membangun hubungan antara hasil pemotongan dan keausan pada *punch* menggunakan proses *blanking*. Model ini dapat digunakan untuk memperkirakan umur pakai *punch* dan *die* untuk aplikasi industri.

PERUMUSAN MASALAH

Latar belakang uraian di atas maka dapat disimpulkan permasalahan yang ada dalam hal ini adalah : Untuk mendapatkan kualitas yang sesuai dengan tuntutan pengguna, maka dibutuhkan sebuah penelitian untuk memenuhi tuntutan diatas yaitu “ **Bagaimana pengaruh ketebalan material dan *clearance progressive dies* terhadap kualitas produk *ring M7* ”.**

BATASAN MASALAH

Permasalahan yang muncul akibat proses produksi sangat bervariasi. Agar tidak berkembang terlalu luas, maka dalam penelitian dan pembahasan clearance sebagai masalah tugas akhir ini dibatasi pada :

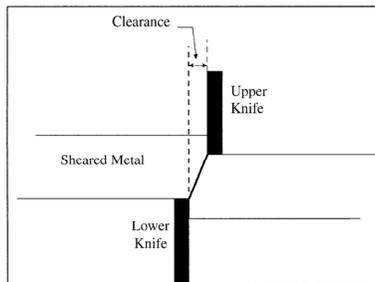
- a. Punch dan dies dianggap tidak aus.
- b. Tekan/gaya tekan dianggap konstan.
- c. Kualitas produk yang diukur adalah ketinggian *burring*.

TUJUAN

Tujuan dari tugas ini adalah :

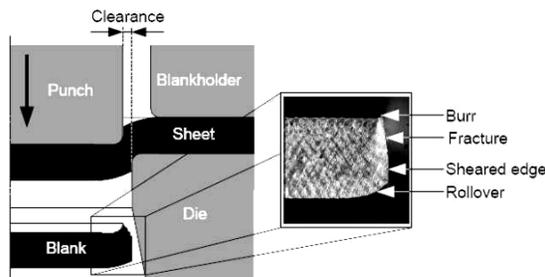
- a. Mengetahui pengaruh *clearance* terhadap kualitas produk.
- b. Menentukan *clearance* yang optimal.
- c. Mengetahui korelasi antara *clearance* dan ketebalan material uji.

TINJAUAN PUSTAKA



Gambar 1. Definisi *Clearance* (Baudouin, dkk, 2003)

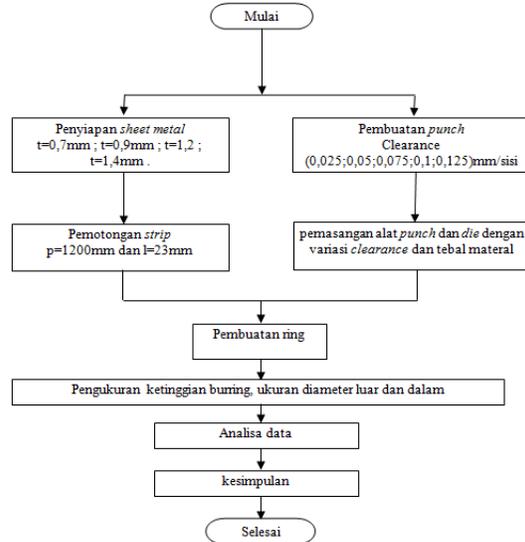
Parameter kendali utama dari proses *Piercing*, *blanking/punching* adalah suaian (*clearance*) antara *punch* dan *die* seperti tampak dalam (gambar 1). *Clearance* pada umumnya berkisar antara 2% - 10% dari ketebalan plat. (Baudouin, dkk, 2003) .



Gambar 2. Skema proses *Blank* (Gogo, 2008)

Penelitian tentang proses pemotongan oleh Gogo, (2008) dimana disebutkan bahwa terdapat empat zona karakteristik yang terjadi pada tepi potong seperti pada (Gambar 2), terkait dengan urutan proses pemotongan seperti : *bending*, *shearing*, *fracture* dan terakhir *burring*.

LANGKAH PENELITIAN

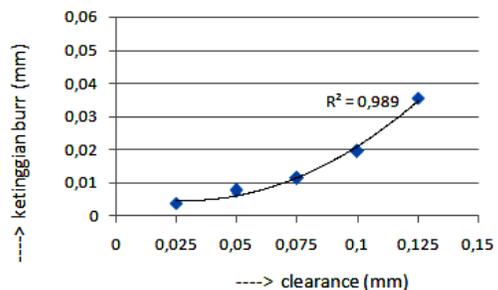


Gambar 3. Diagram alir penelitian.

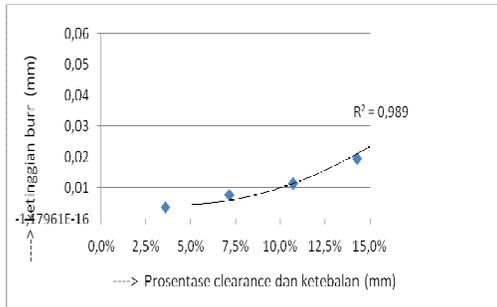
HASIL DAN ANALISA

Proses pemotongan plat, *burr* terkecil yang terjadi pada angka *clearance* yang tepat, dimana pada plat dengan ketebalan 0,7 mm *burr* terkecil terjadi dengan dimensi ketinggian 0,003 mm pada *clearance* sebesar 0,025 mm pada (Gambar 6). Dengan demikian jika *clearance* semakin besar, maka ketinggian dimensi *burr* juga akan semakin bertambah. Hal ini dikarenakan gaya geser (F_{sh}) terjadi deformasi geser (ϕ) yang menyebabkan pembentukan tepi yang tergeser (*sheared edge*). Sebagai akibat dari keuletan material (*ductile material*) , terjadi rekahan/ patahan (*fracture*) atau lebih dikenal dengan *ductile material failure* di sekitar tepi potong dari *punch* atau *die*.

Lokasi dimana penyebaran retakan bertemu akan terjadi *burr* dengan sisi yang saling berlawanan dari kedua lembaran benda kerja hasil pemotongan, atau dengan kata lain, pada proses *piercing burr* akan terdapat pada permukaan atas lembaran benda kerja, sementara pada proses *blanking*, *burr* akan terjadi pada permukaan bawah lembaran munculnya *burr* yang berlebihan, seperti tampak dalam (gambar 4), *burr* maksimal pada *clearance* sebesar 0,125 mm mengakibatkan ketinggian dimensi *burr* sebesar 0,037 mm ditunjukkan pada (Gambar 7).

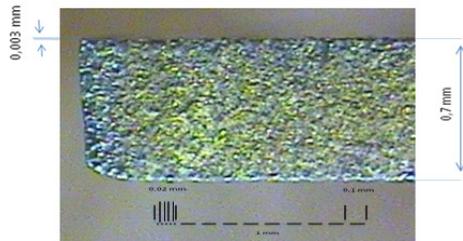


Gambar 4. Ketinggian *burr* vs *clearance* pada tebal material 0,7 mm.

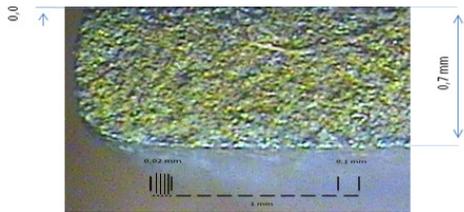


Gambar 5. Ketinggian *burr* vs prosentase pada tebal material 0,7 mm.

Berdasarkan data grafik (Gambar 5) ditunjukkan bahwa pada prosentase optimal dicapai pada 3,57%.



Gambar 6. Ketinggian *burr* 0,003 mm pada tebal material 0,7 mm.

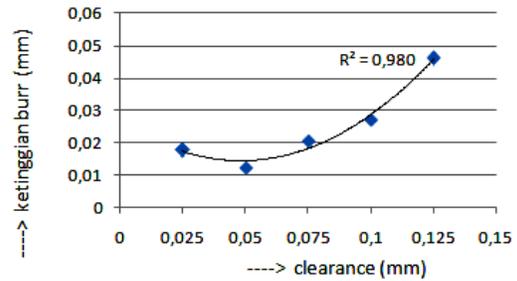


Gambar 7. Ketinggian *burr* 0,037 mm pada tebal material 0,7 mm.

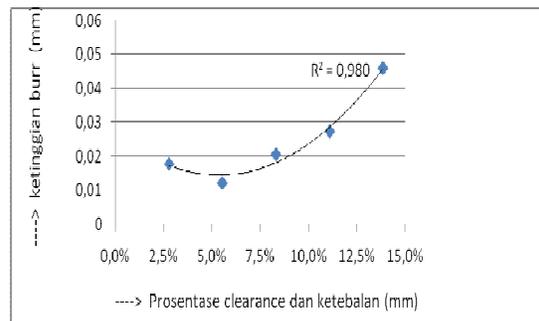
Angka *clearance* optimal pada plat dengan ketebalan 0,9 mm didapatkan sebesar 0,05 mm dimana ketinggian dimensi *burr* mencapai titik terendah, yaitu sebesar 0,01 mm contoh (Gambar 10). Gaya potong yang bekerja dengan jarak *clearance* yang semakin besar akan menyebabkan dimensi *burr* yang semakin tinggi, sehingga mencapai 0,047 mm pada angka *clearance* 0,125 mm terlihat pada (Gambar 8). Hal ini dikarenakan gaya geser (F_{sh}) terjadi deformasi geser (ϕ) yang menyebabkan pembentukan tepi yang tergeser (*sheared edge*). Akibat dari keuletan material (*ductile material*), terjadi rekahan/ patahan (*fracture*) atau lebih dikenal dengan *ductile material failure* di sekitar tepi potong dari *punch* atau *die*.

Proses piercing *burr* akan terdapat pada permukaan atas lembaran benda kerja, sementara pada proses blanking, *burr* akan terjadi pada permukaan bawah lembaran yang menyebabkan munculnya *burr* yang berlebihan, seperti tampak dalam (gambar 11). Sebaliknya, jika *clearance* terlalu kecil, ternyata *burr* juga semakin tinggi. Penyebab utama adalah daya potong yang lebih

besar yang terjadi akan membuat gesekan plat dengan die dan mengakibatkan material terjepit serta deformasi yang berlebihan membentuk *burr* yang tinggi.

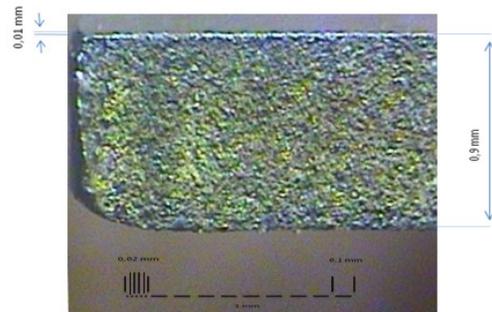


Gambar 8. Ketinggian *burr* vs *clearance* pada tebal material 0,9 mm.

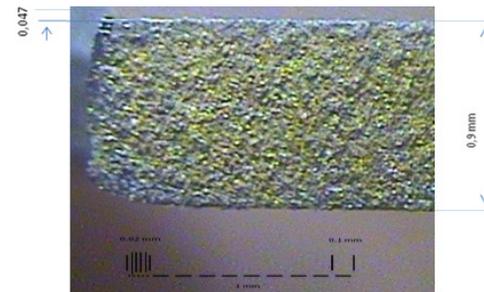


Gambar 9. Ketinggian *burr* vs prosentase pada tebal material 0,9 mm.

Data grafik (Gambar 9) ditunjukkan bahwa pada prosentase optimal dicapai pada 5,55%.



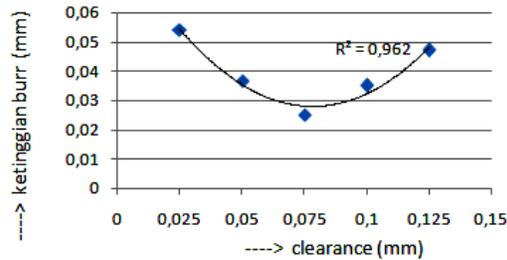
Gambar 10. Ketinggian *burr* 0,01 mm pada tebal material 0,9 mm.



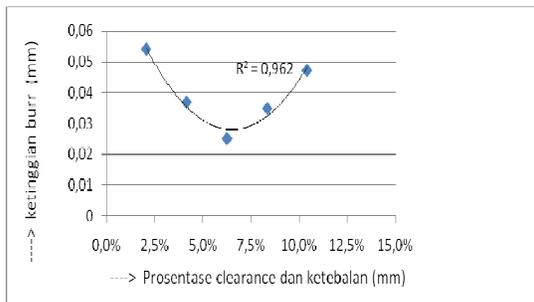
Gambar 11. Ketinggian *burr* 0,047 mm pada tebal material 0,9 mm.

Ketebalan plat 1,2 mm didapatkan ketinggian dimensi *burr* terendah, yaitu sebesar 0,024 mm pada angka *clearance* sebesar 0,075 mm terlihat pada (Gambar 12) dan foto pada (Gambar 14). Pembebanan yang sama dan pembesaran angka *clearance* juga akan menghasilkan ketinggian dimensi *burr* yang membesar. Hal ini dikarenakan gaya geser (F_{sh}) terjadi deformasi geser (ϕ) yang menyebabkan pembentukan tepi yang tergeser (*sheared edge*). Akibat dari keuletan material (*ductile material*), terjadi rekahan/ patahan (*fracture*) atau lebih dikenal dengan *ductile material failure* di sekitar tepi potong dari *punch* atau *die*.

Proses piercing *burr* akan terdapat pada permukaan atas lembaran benda kerja, sementara pada proses blanking, *burr* akan terjadi pada permukaan bawah lembaran menyebabkan munculnya *burr* yang berlebihan, seperti tampak dalam (gambar 12). Pada kondisi *clearance* 0,125 mm akan menghasilkan ketinggian dimensi *burr* mencapai angka 0,048 mm dalam foto ditunjukkan pada (Gambar 4.12). Jika angka *clearance* diubah menjadi lebih kecil melewati batas angka *clearance* optimal, ternyata *burr* juga semakin tinggi. Penyebab utama adalah daya potong lebih besar yang terjadi akan membuat gesekan plat dengan die dan mengakibatkan material terjepit serta deformasi yang berlebihan membentuk *burr* yang tinggi.



Gambar 12. Ketinggian *burr* vs *clearance* pada tebal material 1,2 mm.



Gambar 13. Ketinggian *burr* vs prosentase (%) pada tebal material 1,2 mm.

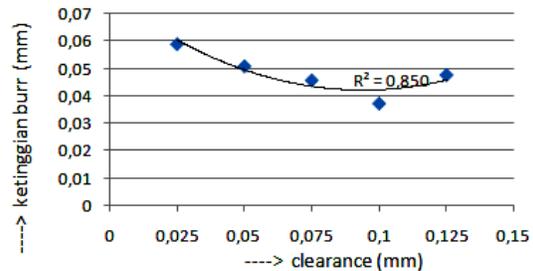
Berdasarkan data grafik (Gambar 13) ditunjukkan bahwa pada prosentase optimal dicapai pada 6,25%.



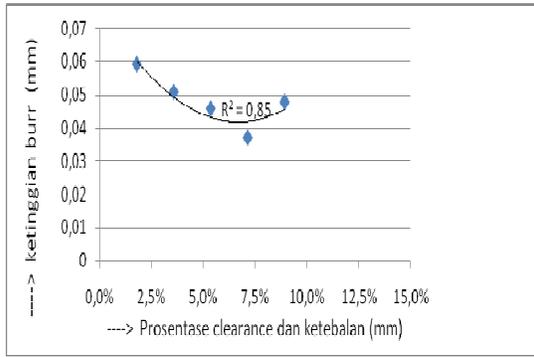
Gambar 14. Ketinggian *burr* 0,024 mm pada tebal material 1,2 mm.

Plat dengan ketebalan 1,4 mm, *clearance* optimal dicapai pada angka 0,1 mm dimana ketinggian dimensi *burr* sebesar 0,036 mm seperti pada (Gambar 15). Pada keadaan ini kondisi pemotongan mendekati sempurna seperti (Gambar 17). Jika angka *clearance* diperbesar, maka ketinggian dimensi *burr* juga akan bertambah sebagai akibat gaya geser (F_{sh}) terjadi deformasi geser (ϕ) yang menyebabkan pembentukan tepi yang tergeser (*sheared edge*). Akibat dari keuletan material (*ductile material*), terjadi rekahan/ patahan (*fracture*) atau lebih dikenal dengan *ductile material failure* di sekitar tepi potong dari *punch* atau *die*.

Proses piercing *burr* akan terdapat pada permukaan atas lembaran benda kerja, sementara pada proses blanking, *burr* akan terjadi pada permukaan bawah lembaran menyebabkan deformasi yang berlebihan dan *burr* menjadi semakin tinggi, seperti tampak pada (gambar 15), dimana pada *clearance* sebesar 0,125 mm akan menyebabkan ketinggian *burr* sebesar 0,049 mm pada (Gambar 18). Sementara itu jika angka *clearance* semakin kecil terhadap angka *clearance* optimal, maka daya potong lebih besar yang terjadi akan membuat gesekan plat dengan die dan mengakibatkan material terjepit serta deformasi yang berlebihan membentuk *burr* yang tinggi seperti tampak pada (gambar 12), dimana terjadi ketinggian dimensi *burr* sebesar 0,06 mm sebagai akibat *clearance* yang digunakan sebesar 0,025 mm.



Gambar 15. Ketinggian *burr* vs *clearance* pada tebal material 1,4 mm

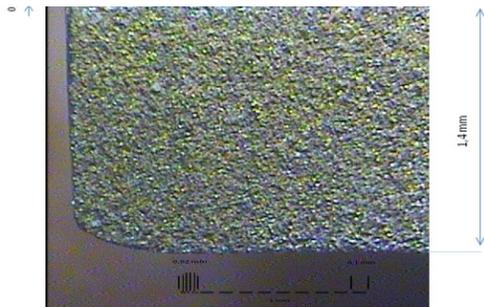


Gambar 16. Ketinggian burr vs prosentase (%) pada tebal material 1,4 mm.

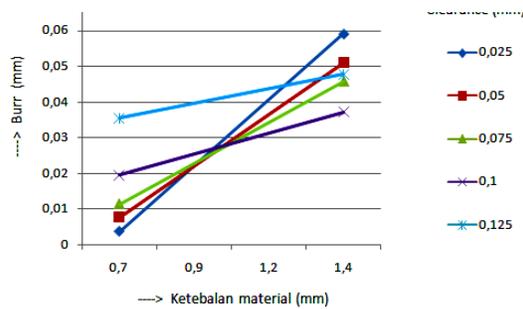
Data grafik (Gambar 16) ditunjukkan bahwa pada prosentase optimal dicapai pada 7,14%.



Gambar 17. Ketinggian burr 0,036 mm pada tebal material 1,4 mm.

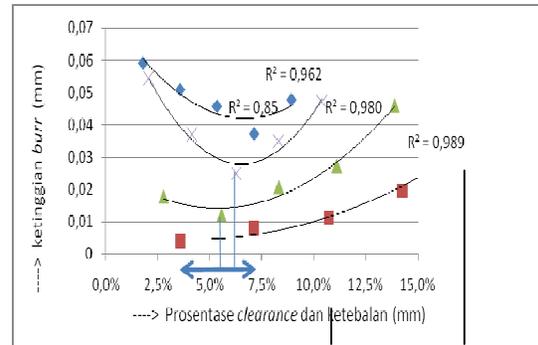


Gambar 18. Ketinggian burr 0,048 mm pada tebal material 1,4 mm.



Gambar 19. Tinggi burr vs tebal material (mm)

Pada grafik (Gambar 19) ditunjukkan bahwa ketebalan material berbanding lurus dengan ketinggian burr, artinya semakin besar dimensi ketebalan material, maka akan menghasilkan burr yang semakin tinggi pula, pada besar clearance yang sama.



Gambar 20. Ketinggian burr vs prosentase (%) pada tebal 0,7-1,4 mm

Sama seperti yang ditunjukkan pada (Gambar 20), grafik berikut juga menunjukkan bahwa ketebalan material berbanding lurus dengan ketinggian burr. Dari data yang ditampilkan pada grafik juga menunjukkan bahwa kualitas produk yang baik dicapai pada prosentase clearance yang optimal. Dengan membaca data grafik (Gambar 20) dapat disimpulkan bahwa prosentase clearance yang optimal antara 3.5% - 7.14% untuk mendapatkan kualitas produk yang baik. Prosentase clearance dari hasil penelitian masih masuk dalam prosentase clearance umum antara 2% - 10% dari (Baudouin, dkk, 2003).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa :

1. Ketebalan material berpengaruh terhadap kualitas produk ring M7. Semakin tebal material maka tinggi burr yang dihasilkan semakin besar, sehingga kualitas produk menjadi tidak baik. Dari penelitian yang telah dilakukan produk terbaik terjadi pada material ketebalan antara 0,7 mm sampai dengan 1,4 mm diperoleh ketinggian burr antara 0,003 mm sampai dengan 0,036 mm.
2. Clearance juga berpengaruh terhadap kualitas produk ring M7. Clearance yang semakin besar akan menghasilkan tinggi burr yang semakin besar pula, sehingga kualitas produk ring M7 juga tidak baik. Seperti pada hasil penelitian yang telah dilakukan pada material dengan ketebalan antara 0,7 mm sampai dengan 1,4 mm clearance terbaik dicapai pada angka antara 0,025 mm sampai 0,1 mm.
3. Clearance optimal untuk produk ring M7 diperoleh dari ketebalan material antara 0,7 mm sampai 1,4 mm, prosentase clearance yang dihasilkan antara 3,57% - 7,14%.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan penulis menyarankan beberapa hal sebagai berikut:

1. Proses pembuatan specimen uji menggunakan *progressive dies*. Hal yang harus diperhatikan adalah hasil pemotongan disertai munculnya *burr*. *Burr* yang dihasilkan diharapkan tidak tergesek supaya *burr* tersebut tidak hilang. Pengujian dilakukan untuk meneliti ketinggian *burr*.
2. *Progressive dies* tidak diletakkan di sembarang tempat, tetapi diletakkan diatas meja supaya *punch* dan *dies* tidak mudah tertimpa benda keras sehingga tidak tumpul.
3. *Punch* dan *die* dalam kondisi tajam pada saat membuat specimen benda uji.

DAFTAR PUSTAKA

- AIISI, 2012, "*Statistik produksi kendaraan di Indonesia*", Asosiasi Industri Sepeda Motor Indonesia.
- C. Donaldson, GH. LeCain, V.C. Gold, 1976, "Tool Design". India Tata Mc Graw Hill.
- Gogo Antonio, 2008, "*Studi pembuatan spesimen mini uji tarik dengan teknik blanking/punching*", BATAN.
- Grafik "*Yieldfenomena*"
<http://www.olympusmicro.com/primer/photo/micrography/filmexposure.html> (diakses 27 Juni 2012).
- Hardianto, 2008, "*perencanaan progressive dies pembuatan komponen kompor*". ITS.
- J.-Ch. Lin., W.-S Lin, K.-S Lee, J. L. Tong, 2009, "*The optimal design of micro-punching die by using abductive and SA methods*" Computational materials science and surface engineering. Volume 1. Issue 2. 92-99.
- P. Baudouin, M.De Wulf, L. Kestens and Y. Houbaert, 2003, "*The effect of the guillotine clearance on the magnetic properties of electrical steels*", Magnetism and magnetic materials, 256 (2003) 32-40.
- Rony Sudarmawan Theryo, 2009, "*Teknologi press dies*", Kanisius, Jogjakarta.
- Ship-Peng Lo , Dar-Yuan Chang , and Yeou-Yih Lin, 2010, "*Relationship between the Punch-Die Clearance and Shearing Quality of Progressive Shearing Die*" Materials and Manufacturing Processes, 25 : 786-792.
- Steelss "Special steel suppliers" [http : \\
 www.steelss.com/tool_steel/JISG3141.html](http://www.steelss.com/tool_steel/JISG3141.html) (diakses 5 Maret 2012).