

Perancangan dan Pembuatan *Micro Milling-Turning Machine* serta Pengujian Pada Benda Kerja Aluminium Dengan Diameter *Endmill* 400 mikrometer

Muslim Mahardika^{1,*}, Andi Sudiarso¹, M. Arvand Firmansyah¹, Yanuar Susetya Adi¹, Ragil Anindita¹, Kevin Wijaya¹, Gunawan Setia Prihandana^{1,2}, Norihisa Miki²

¹Jurusan Teknik Mesin dan Industri, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Jalan Grafika No. 2 Yogyakarta, 55281

²Department of Mechanical Engineering, Keio University, 3-14-1 Hiyoshi, Kohoku-ku, Yokohama, 223-8522, Japan

Email: dr064588@gmail.com

Abstrak

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi telah menuntut adanya usaha-usaha untuk perbaikan proses sebagai upaya untuk peningkatan produktivitas dan efisiensi terutama beberapa sektor seperti micromachining. Tujuan perkembangan teknologi ini adalah menciptakan alternatif dalam memproduksi komponen-komponen yang rumit, meminimalkan biaya produksi serta memiliki akurasi pengerjaan yang tinggi dan kualitas yang bagus. Penelitian yang dilakukan adalah untuk membuat sebuah alat dengan hasil pengerjaan ukuran mikro dan memiliki tingkat kepresisian tinggi. Setelah itu dilakukan pengujian alat terhadap benda uji aluminium dengan ukuran benda kerja yang sama yaitu panjang, lebar, dan tebal masing-masing 35, 10, 1 mm. Dari benda uji tersebut dilakukan pengujian menggunakan *micro milling-turning machine* yang di buat dengan 3 variasi permesinan yaitu *depth of cut*, *spindle speed*, dan *feed rate*. Hasil permesinan menunjukkan bahwa mesin *micro milling* bisa digunakan untuk membuat alur dengan lebar 400 mikrometer. Akibat proses pemakanan konvensional, terjadi keausan pada *endmill* yang dipakai, hal ini diketahui dari mengecilnya diameter dari benda kerja pertama sampai benda kerja. Selain itu munculnya fenomena *waviness* pada hasil permesinan benda kerja yang di sebabkan kurangnya ke-*rigid*-an dari konstruksi alat tersebut.

Keywords: *micromachining*, *depth of cut*, *spindle speed*, *feed rate*, *waviness* dan keausan *endmill*.

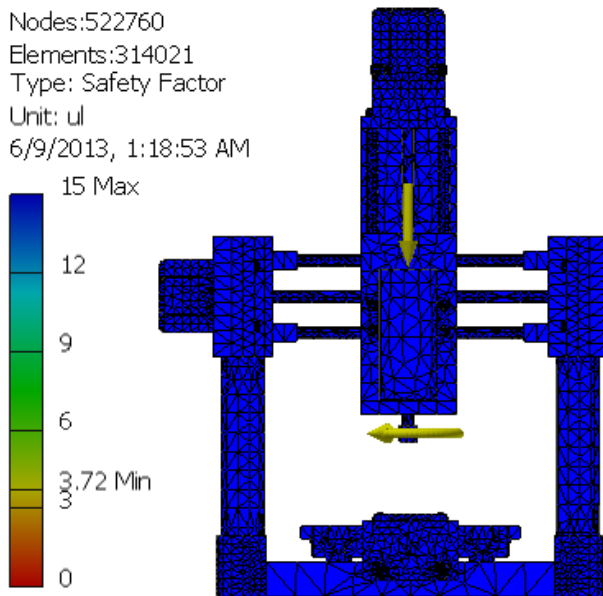
Pendahuluan

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi telah menuntut adanya usaha-usaha untuk perbaikan proses sebagai upaya untuk peningkatan produktivitas dan efisiensi. Perkembangan terbaru pada teknologi mikro dan nano menyebabkan meningkatnya permintaan terhadap hasil industri yang tidak hanya mempunyai fungsi bermacam-macam namun juga mempunyai ukuran yang kecil. Dalam beberapa tahun terakhir, industri manufaktur telah mengetahui peningkatan permintaan yang sangat tinggi untuk produk mikro dan komponen mikro di berbagai sektor industri termasuk elektronik, optik, medis, bioteknologi, dan sektor otomotif. Beberapa contoh yang termasuk aplikasi implan medis, perangkat diagnostik, konektor, *switch*, reaktor mikro, mesin mikro, dan pompa mikro. *Micromachining* merupakan teknologi yang paling efisien untuk menghasilkan komponen dengan ukuran yang sangat kecil salah satu jenis teknologi

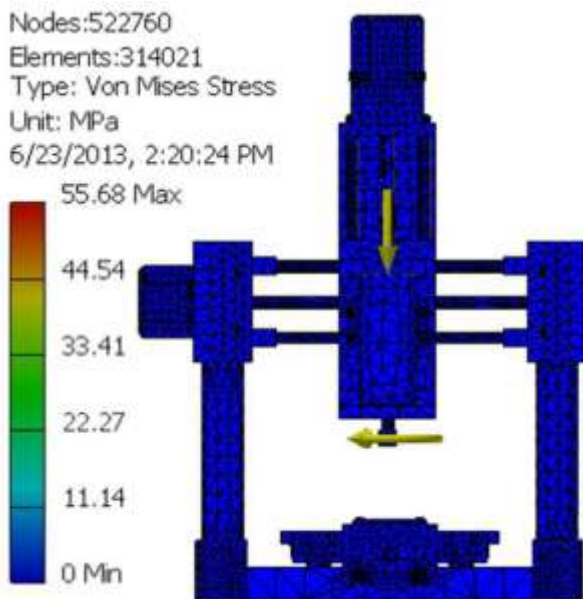
micromachining tersebut adalah *micro milling machine*. *Micro milling* adalah proses pengambilan material secara konvensional yang telah diminiaturisasi. *Micro milling* mempunyai kemampuan untuk menghasilkan bentuk 3 dimensi dengan skala mikro dan menggunakan alat potong padat dengan mengikuti alur pemotongan yang bermacam-macam (M.A. Rahman, 2003). Gerakan relatif antara alat potong dan benda kerja diperlukan untuk proses *machining* (M.P. Groover, 2010). Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah bagaimana hasil ketelitian dari proses permesinan mikro material aluminium dengan *micro milling machine* yang dirancang dan dibuat.

Perancangan Micro milling Machine Pada gambar 1 menjelaskan tentang hasil dari *safety factor* hasil *stress analysis* melalui perangkat lunak CAD. Gambar 1 juga menunjukkan pada pembebanan 50 N, *safety factor* yang di dapat minimal ± 3.72 . Sedangkan Gambar 2 menunjukkan hasil *von-mises stress* dari *stress analysis*, dari gambar tersebut menunjukkan bahwa pada pembebanan 50 N di dapat nilai *von-mises stress*

maksimal yaitu $\pm 44,54$ Mpa
Dari hasil *stress analysis*, maka dapat disimpulkan bahwa desain yang di buat aman untuk menahan beban berkisar 50 N.



Gambar 1. *Safety factor* dengan pembebanan 50 N.



Gambar 2. *Von-Mises Stress* dengan pembebanan 50 N.

Hasil dan Pembahasan

Dari data yang diperoleh setelah melakukan eksperimen dapat dilihat beberapa hal dari proses permesinan yang terjadi pada benda kerja. Gambar 3 berikut ini adalah foto makro hasil spesimen benda kerja aluminium yang telah dengan perbesaran 230 kali dengan kondisi permesinan

cutting speed 25 m/menit, *depth of cut* 40 μm , dan *feed rate* 1,2 mm/min. Dari hasil foto makro tersebut lalu dilakukan pengukuran terhadap lebar dari hasil pemotongan permesinan. Pengukuran ini dimaksudkan untuk menentukan apakah lebar dari hasil pemotongan sama dengan diameter dari *cutting tools* yang digunakan untuk proses permesinan. Gambar 4 menunjukkan lebar pemakanan benda uji yaitu sekitar 399 mikrometer



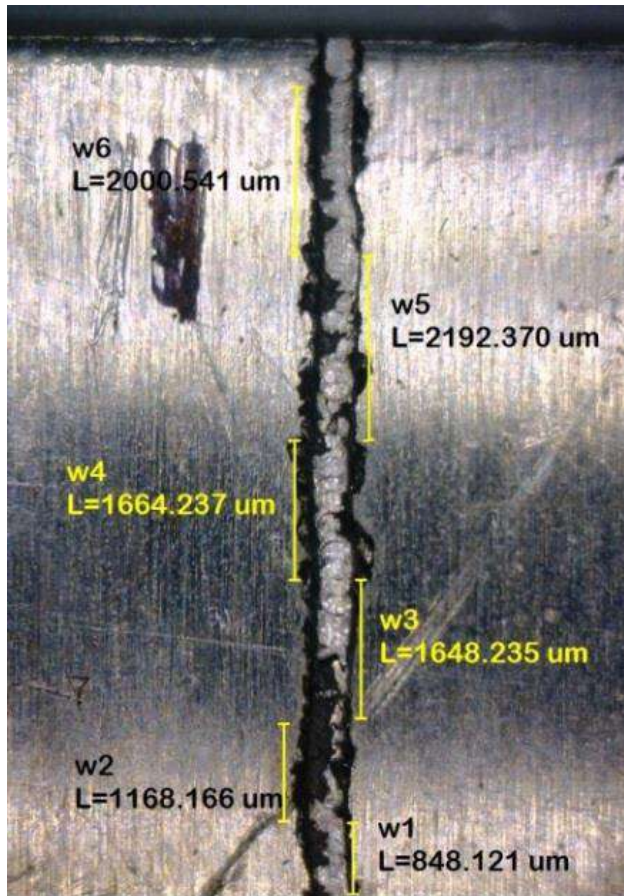
Gambar 3. Hasil permesinan pertama dengan kondisi permesinan: *cutting speed* 25 m/menit, *depth of cut* 40 μm , *feed rate* 1,2 mm/min.



Gambar 4. Lebar pemakanan benda uji.

Selain dilakukan pengukuran terhadap lebar dan bentuk benda kerja setelah proses *milling*, juga dilakukan pengujian *waviness* dari benda kerja. *Waviness* adalah sebuah fenomena dalam permesinan dimana terjadi penyimpangan yang berlangsung secara berulang-ulang dengan jarak lebih besar pada beberapa bagian yang terlihat seperti pola bergelombang.

Pada saat proses eksperimen, ditemukan sebuah fenomena terjadinya pola bergelombang yang terjadi pada hasil percobaan permesinan. Banyak faktor yang dapat mempengaruhi munculnya fenomena *waviness* ini, antara lain : ketidakpresisian mesin, terdapat defleksi, adanya tegangan sisa, dan terjadi getaran saat permesinan berlangsung. Gambar 5 menunjukkan *waviness* dari benda kerja.



Gambar 5. Foto hasil pengukuran panjang gelombang *waviness*

Rahman, M., A. Senthil Kumar, H.S. Lim, A.B.M.A. Asad, "Fabrication of Miniature Component Using Microturning", *Proceeding of International Conference on Mechanical Engineering 2003 (ICME 2003)*, Dec 2003, Halaman 1-6.

Kesimpulan

Pada penelitian ini mesin *micro milling* telah berhasil dirancang, dibuat dan digunakan untuk membuat sebuah alur menggunakan pahat *endmill* berdiameter 400 μm , dengan kondisi permesinan *depth of cut* adalah 40 μm , *cutting speed* 25 m/menit dan *feed rate* sebesar 1,2 mm/min. Hasil eksperimen menunjukkan terjadinya *waviness*. Fenomena *waviness* terjadi karena ketidaklinearan pergerakan sumbu X saat melakukan pemotongan pengujian. Ketidaklinearan pergerakan sumbu X tersebut di sebabkan karena konstruksi yang kurang kuat, dan konstruksi mesin yang belum *rigid*.

Referensi

Groover, M.P., 2010, *Fundamental of Modern Manufacturing*, New York: Jhon Wiley & Sons, Inc., Halaman 484