

Implementasi Prototyping Produk Fleksible dengan Mesin CNC Multifungsi (milling, laser co2 dan 3d printing)

Studi Kasus: Pengerjaan Kombinasi Milling dan Potong Laser

Harki Apri Yanto^{1*}

Pembuatan Perkakas dan Peralatan Produksi/Politeknik Manufaktur Astra

harkiapri.yanto@polman.astra.ac.id

Heru Suprpto¹

Mekatronika / Politeknik Manufaktur Astra

heru.suprpto@polman.astra.ac.id

Antonius Kristijono¹

Pembuatan Perkakas dan Peralatan Produksi / Politeknik Manufaktur Astra

antonius.kristijono@polman.astra.ac.id

Febri Setianto¹

PT. Astra Otoparts div Winteq

Febri.setianto@winteq.component.astra.co.id

ABSTRAK

Pandemi Coronavirus 2019 menyebabkan terjadinya perubahan tatanan dalam kehidupan bermasyarakat dengan adanya pengaturan jarak fisik (physical distancing), sehingga terjadi efek domino tidak hanya dalam kehidupan bermasyarakat, tetapi juga berpengaruh dalam pola rantai suplai produk dan jasa. Selain itu digabungkannya semangat entrepreneurship untuk mencetak wirausaha baru dan penciptaan lapangan pekerjaan baru pada generasi muda, memungkinkan lulusan perguruan tinggi banyak yang mencoba berwirausaha dengan mengembangkan produk hasil penelitian selama di kuliah, meski dengan kemampuan dan pengetahuan manufaktur, serta kemampuan finansial yang terbatas. Fenomena ini menyebabkan, banyak sekali proses pengembangan produk berbasis kriya komersial terpaksa mengalami hambatan yang disebabkan antara lain: ketergantungan dengan komponen impor, keterbatasan mesin produksi buatan lokal yang mampu menghasilkan kualitas produk dengan harga ekonomis. Hal ini yang mendasari pengembangan 1 unit mesin cnc dengan kemampuan proses milling, pemotongan laser, dan fungsi cetak 3d berbasis FDM (fused deposition modelling), sehingga desainer produk mampu mengembangkan prototipe produk dengan pengetahuan dan kemampuan manufaktur terbatas, dengan 3 kemampuan proses manufaktur sekaligus. Proses pengembangan telah dimulai dari 2018, dengan mengembangkan meja Mesin CNC yang mampu beradaptasi dengan proses milling, proses pemotongan laser CO₂, dan proses cetak 3d printing, pengembangan sistem controller yang memfasilitasi ke 3 fungsi proses, serta melakukan mengembangkan prosedur pembentukan bahasa program G-code yang sesuai dengan CNC controller. Setelah itu dalam penelitian ini, dilakukan trial pembuatan produk dengan menggunakan mesin CNC multifungsi yang menggabungkan 2 proses (milling dan pengukiran laser CO₂) dalam sampel produk berupaudukan telepon genggam (HP) yang diproduksi secara dalam 1 unit mesin produksi sekaligus. Proses metode milling, fungsi pemotongan laser ini diharapkan memberikan alternatif dan ruang desain baru bagi desain produk dalam pengembangan produknya di kemudian hari.

Kata Kunci: CNC, Milling, pemotongan laser, multifungsi

1. PENDAHULUAN

Salah satu keterkendalian UKM/Entrepreneur terjadi di Indonesia dikarenakan keterbatasan penguasaan mesin CNC sebagai basis Industri bagi ukm dalam menghasilkan produk komersial. Mesin berbasis CNC sangat dibutuhkan di masyarakat industri kriya antara lain mesin frais, mesin bubut, mesin las, mesin plasma cutting, mesin tekuk plat (Bending machine CNC), mesin printer 3D, hingga mesin peruntukan khusus (Special Purpose Machine) baik untuk proses permesinan maupun proses perakitan, sangat diminati industri kecil hingga besar karena handal, tingkat produktivitas tinggi, serta menghasilkan produk dengan kualitas stabil dan baik. Ketergantungan mesin impor (Badan Pusat Statistik, 2017) dan perlunya beberapa fungsi mesin CNC untuk menghasilkan produk menyebabkan produk kriya Indonesia sering kali menghadapi kesusahan dari sisi investasi awal.

Penelitian dalam pengembang mesin CNC telah dilakukan sebelumnya, (Saputra, 2011), (Dalmasius Ganjar Subagio, 2011), (Syahril Ardi, 2011) dimana lebih cenderung mengembangkan sistem kontrol CNC untuk melakukan fungsi tunggal. Sedangkan penelitian luar negri yang berhubungan pada laser CNC, dan milling CNC telah banyak dikembangkan dengan berbagai aplikasi, seperti yang dilakukan dilakukan oleh (Pham, Dimov, Ji, Petkov, & Dobrev, 2004) melakukan pengembangan Laser milling untuk fabrikasi komponen berukuran micro, dan penggunaan laser sebagai alat bantu proses milling (Vignesh & Ramanujam, 2020) Fungsi tunggal dalam CNC ini memang dirancang sesuai kebutuhan agar efektifitas proses tinggi, yang berimplikasi perlunya ruang kerja, dan investasi disaat membutuhkan mesin CNC dengan fungsi yang bervariasi. Hal ini yang mendasari munculnya penelitian penggabungan fungsi milling, laser CO2 dan fungsi cetak 3d dalam suatu mesin berbasis CNC. Dengan adanya 3 fungsi dikombinasi dalam 1 unit mesin, dapat dipastikan mampu mengurangi kebutuhan area penempatan mesin CNC dan besarnya biaya investasi. Harapannya dengan

dikembangkan mesin CNC ini, mampu memberikan menjadi alternatif produksi bagi industri kecil dalam proses manufaktur produknya dan masyarakat Indonesia untuk mendorong kemandirian ekonomi. Dalam penelitian ini, dibatasi bahasan kombinasi fungsi milling dan laser cutting terkait kombinasi fungsi 3d printing, milling dan laser cutting secara keseluruhan akan dibahas dalam.

2. METODE

Dalam penelitian ini menggunakan 1 unit mesin CNC milling tipe column dengan area gerak X-Y-Z sebesar 250mm x 250mm x 250mm serta keseluruhan proses fungsi CNC mengandalkan Controller Siemens 808d sebagai platform kontrol CNC. Siemens CNC 808d dengan servo motor driver dan 400w Motor mampu mengatur gerak meja sumbu X-Y-Z untuk menghasilkan gerakan dengan akurasi baik. Sistem Siemens CNC 808D mampu menggerakkan motor spindle Teknomotor tipe C41/47-A-DB-P-ER20-SV dengan daya 1.1kW untuk kebutuhan fungsi milling. Dengan adanya motor spindle teknometer, mesin CNC milling mampu melakukan pemotongan material kayu, polimer, hingga logam lunak.

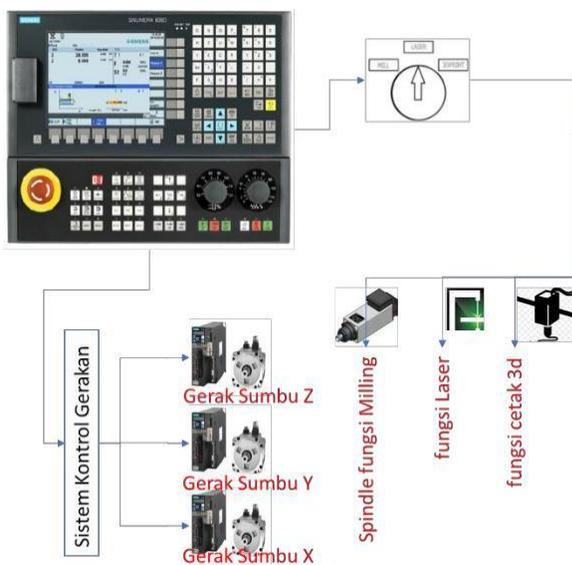
Hardware Overview



Gambar 1. Siemens Controller 808d sebagai basis kontrol

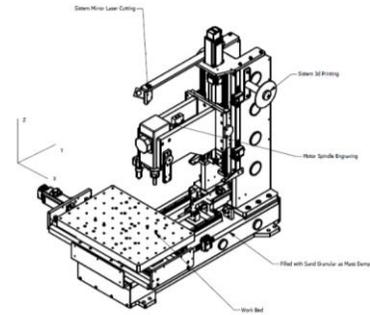
Untuk mengaktualisasi ide, dilakukan pengembangan platform seperti yang tergambar pada ilustrasi Gambar 2. Dalam ilustrasi Gambar 2, Siemens 808d selain sebagai pusat pengolahan data utama dalam mengatur pergerakan sumbu X-Y-Z, juga mengatur sinyal keluaran yang dipilah menjadi 3 opsi keluaran, fungsi milling, fungsi laser cutting dan fungsi 3d printing yang diatur secara manual dan diaktualkan dalam Bahasa pemrograman G-

code. Dilakukan pengidentifikasi M-code untuk mengidentifikasi fungsi milling (M3 untuk menyalakan spindle, M4 untuk mematikan spindle, S untuk menyatakan kecepatan putar spindle), fungsi laser (M10 untuk menyalakan laser, M11 untuk mematikan laser, S untuk menyatakan intensitas daya laser), fungsi cetak 3d (M101 untuk mendorong filament , M103 untuk menarik filamen, S untuk menentukan kecepatan gerak Filament). M-code dikembangkan agar dalam proses pengoperasian tidak terjadi kesalahan setting dan kesalahan mengaplikasi fungsi CNC.

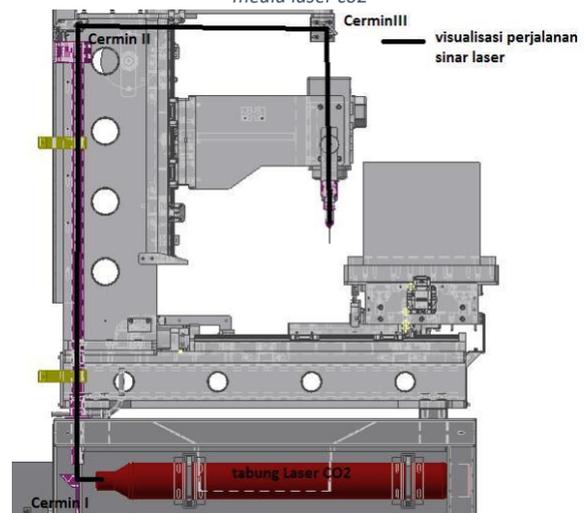


Gambar 2. Ilustrasi diagram kontrol Sistem Slimes CNC Multifungsi

Setelah pengaturan platform sistem pengaturan mesin CNC berhasil dikembangkan, sistem perangkat keras laser juga di kembangkan dengan mengaplikasikan laser tipe tabung CO2 dengan kapasitas daya sebesar 40w. Sehubungan dengan keterbatasan tempat dalam kompartemen mesin CNC, maka energi panas laser co2 berupa plasma disalurkan dari tabung laser CO2, dipantulkan pada cermin 1 menuju ke atas (sumbu Z), setelah itu dilakukan pemantulan Cermin 2 dan cermin 3 , sebelum difokuskan di ujung Spindle. Proses setting cermin dilakukan dengan akurasi tinggi, sehingga sekecil apapun gerakan meja, dapat menghasilkan pemotongan energi laser yang presisi, seperti diilustrasikan pada Gambar 4



Gambar 3. Pandangan Isometrik Mesin CNC Multifungsi beserta media laser co2



Gambar 4 Pandangan samping sistem laser co2 40w

Setelah berhasil melakukan pemasangan Sistem laser, proses dilakukan dengan melakukan uji proses dengan eksekusi perintah M-code laser

3. Pengembangan kombinasi fungsi CNC Milling dan Laser

Setelah pengembangan hardware mesin CNC baik untuk fungsi Laser maupun fungsi Milling, konsep kombinasi fungsi dikembangkan agar fleksibilitas dalam mengembangkan produk

baik dimulai proses fungsi laser terlebih dahulu baru milling atau proses sebaliknya, dapat dieksekusi sesuai kebutuhan dalam proses manufaktur.

Pembuatan 1 buah alat dudukan HP, dikembangkan dengan dimensi berukuran 80mm x 80 mm x 10mm, berbahan baku kayu kelapa menjadi bahan dasar. Dalam hal ini untuk membuat alat dudukan hp, material dilakukan pemotongan untuk membuat celah dengan kedalaman 7mm, dengan sudut estimasi ±75-80°. Setelah itu area bidang rata pada bahan baku kayu digunakan proses mengukir dengan menggunakan fungsi Laser.

Agar proses dapat dilakukan pada 1 mesin CNC multifungsi secara simultan, 2 buah komponen jig dan fixture didesain sebagai media cekam kayu selama proses milling dan proses laser engraving.

```
linkpolman - Notepad
File Edit Format View Help
%1{linkpolman}
{LINK}
N4 G90 M15
N6 M6 T1
N8 G00 X0.000 Y0.000
N10 G00 X27.947 Y50.712 M14
N12 G01 X27.947 Y50.712
N14 G01 X27.232 Y48.369
N16 G01 X26.523 Y50.712
N18 G01 X26.405 Y50.712
N20 G01 X25.762 Y48.369
N22 G01 X25.000 Y50.712
N24 G01 X25.000 Y50.712 M15
N26 G00 X31.600 Y50.712 M14
N28 G01 X31.600 Y50.712
N30 G01 X30.885 Y48.369
N32 G01 X30.177 Y50.712
N34 G01 X30.059 Y50.712
N36 G01 X29.416 Y48.369
N38 G01 X28.653 Y50.712
N40 G01 X28.653 Y50.712 M15
N42 G00 X35.254 Y50.712 M14
N44 G01 X35.254 Y50.712
N46 G01 X34.539 Y48.369
N48 G01 X33.830 Y50.712
N50 G01 X33.712 Y50.712
N52 G01 X33.069 Y48.369
N54 G01 X32.307 Y50.712
N56 G01 X32.307 Y50.712 M15
N58 G00 X35.950 Y48.524 M14
```

Gambar 5 Cuplikan Program G-Code laser

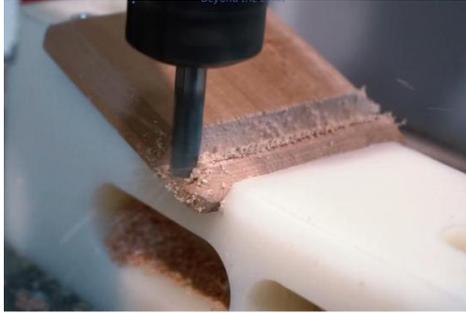
Proses penggabungan proses mesin CNC fungsi milling dan fungsi laser, program G-code untuk proses milling dan G-code untuk proses laser telah dipersiapkan dengan kondisi datum/referensi pengerjaan yang berbeda. Kedua program dapat dilihat pada Gambar 5 dan Gambar 6.

Adapun cuplikan foto Proses milling dan laser dapat dilihat pada Gambar 7 dan Gambar 8. Adapun video tampilan keseluruhan proses dapat dilihat pada tautan berikut : <https://youtu.be/Y0Q6Refys-s>

```
pocketkotak (2) - Notepad
File Edit Format View Help
G0G90G55X0Y0;
G0 Z5;
M3 S5000;
G1Z-2 F500;
G1X0Y-5.5
G1X-28Y-5.5;
G1X-28Y5.5;
G1X28Y5.5;
G1X28Y-5.5
G1X0Y-5.5
G1Z-4;
G1X0Y-5.5
G1X-28Y-5.5;
G1X-28Y5.5;
G1X28Y5.5;
G1X28Y-5.5
G1X0Y-5.5
G1Z-6;
G1X0Y-5.5
G1X-28Y-5.5;
G1X-28Y5.5;
G1X28Y5.5;
G1X28Y-5.5
G1X0Y-5.5
G1Z-8;
G1X0Y-5.5
G1X-28Y-5.5;
G1X-28Y5.5;
G1X28Y5.5;
G1X28Y-5.5
G1X0Y-5.5
G1Z-10;
G1X0Y-5.5
G1X-28Y-5.5;
G1X-28Y5.5;
```

Gambar 6 Cuplikan Program G-Code milling

4. HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 7. Proses Pembuatan slot kemiringan 10 derajat



Gambar 8 Proses Laser Engraving

Hasil dari proses milling dan laser yang dilakukan mesin CNC multifungsi dapat dilihat pada



Gambar 9 Stand HP hasil milling dan laser

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian pengembangan mesin CNC multifungsi membuka wawasan baru dalam proses manufaktur yang mampu dikerjakan

oleh 1 buah mesin, dengan kemampuan multifungsi (milling dan laser), memberikan wawasan baru bagi desain produk untuk melakukan eksplorasi bentuk desain dan fungsi baru dikarenakan adanya fungsi milling, dan laser dari mesin CNC multifungsi.

Penelitian ini masih dalam pengembangan lebih lanjut, dengan harapan bisa memberikan alternatif solusi bagi perkembangan desain produk Indonesia untuk bisa mengembangkan lebih beraneka ragam produk komersial dikarenakan adanya mesin produksi CNC multifungsi.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini menggunakan dana Kementerian RISTEK BRIN dengan Skema Hibah PPTI 46/II/PPK/E/E4/2018 dan 85/G2/PPK/E/E4/2019 di tahun 2018-2019. Apresiasi sebesar-besarnya sehingga project mesin CNC multifungsi dapat terealisasi.

7. DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. (2017). Impor Mesin Keperluan Industri Tertentu menurut Negara Asal Utama 2000-2015. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Dalmasius Ganjar Subagio, T. D. (2011). PENGGUNAAN PERANGKAT LUNAK OPEN SOURCE UNTUK SISTEM. *Journal of Mechatronics, Electrical Power, and Vehicular Technology*, 2, 105.
- Pham, D. T., Dimov, S. S., Ji, C., Petkov, P. V., & Dobrev, T. (2004). Laser Milling as a "rapid" micro manufacturing process. *Proceedings of the Institutions of Mechanical Engineerings, Part B*:

Journal of Engineering Manufacture,
218.

Saputra, R. P. (2011). Desain dan Implementasi Sistem Kendali CNC Router menggunakan PC untuk Flame Cutting Machine. Journal of Mechatronics, Electrical Power and Vehicle Technology, 2011, 2(2), 44.

Syahril Ardi, M. J. (2011). Design and Mechanism Constructing of Engraving CNC machine Simulator Based on Personal Computer. International Conference on Quality in Research , (p. 100). Bali .

Vignesh, M., & Ramanujam, R. (2020). Laser Assisted high speed machining of inconel 718 Alloy. High Speed Machining, 243-262.