

PENGEMBANGAN PERANGKAT LUNAK SISTEM OPERASI MESIN MILLING CNC TRAINER

* Mushafa Amala¹, Susilo Adi Widyanto²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

²Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Sudharto, SH., Tembalang-Semarang 50275, Telp. +62247460059

*E-mail: mushafaamala@gmail.com

Abstrak

Aspek kualitas dan produktivitas merupakan alasan dasar pengembangan perangkat lunak mesin-mesin produksi berbasis komputer, salah satunya perangkat lunak CNC *trainer* yang digunakan sebagai sistem operasi mesin CNC. Adapun sistem pengendali mesin CNC milling *trainer* menggunakan sistem pengendali terbuka dimana pada sistem pengendali terbuka keluaran tidak dibandingkan dengan masukan untuk mengurangi nilai kesalahan dalam sistem operasi. Sehingga untuk setiap masukan terdapat suatu kondisi operasi tetap. Proses kalibrasi gerakan pada masing-masing fungsi kode pemrograman (*G Code*) G01, G02 dan G03 diperlukan untuk meningkatkan ketelitian dan ketepatan mesin CNC *trainer* terhadap dimensi dari hasil pemotongan benda kerja. Berdasarkan hasil kalibrasi pada masing-masing pengujian yang dilakukan dengan mengikuti standar pengujian karakteristik mesin perkakas menunjukkan adanya penyimpangan sebesar 0,01 mm lebih kecil jika dibandingkan dengan nilai acuannya.

Kata kunci : *G code*, Kalibrasi, Mesin CNC, Perangkat lunak sistem operasi

Abstract

Aspects of quality and productivity is the basic reason for the development of production machines software with computer-based, one of CNC trainer software is used as the operating system of the CNC machine. The CNC trainer milling machine using open loop control systems wherein the open loop control system output is not compared to input values to reduce errors in the operating system. So that for each input value there is a fixed operating condition. The calibration process for each programming function (G code) G01, G02 and G03 needed to improve the accuracy and precision CNC trainer machine the dimensions of the workpiece cutting results. Based on the calibration results of each test were performed by following standard characteristics of testing machine tool showed a deviation of 0,01 mm smaller when compared with the reference value.

Keywords : *CNC machine, Calibration, G code, Operating system software*

1. Pendahuluan

Computer Numerical Controlled atau yang sering dikenal dengan istilah mesin CNC adalah suatu mesin yang dikontrol oleh komputer dengan menggunakan bahasa numerik (data perintah dengan kode angka, huruf dan simbol) sesuai dengan standar ISO. Sistem kerja teknologi CNC ini akan lebih sinkron antara komputer dan mekanik, sehingga bila dibandingkan dengan mesin perkakas yang sejenis maka mesin perkakas CNC lebih teliti, lebih tepat, lebih fleksibel dan cocok untuk produksi massal. Mesin CNC memiliki dua atau lebih arah gerakan *tool* yang disebut dengan sumbu atau *axis*. Gerakan pada *axis* antara lain linier (yang merupakan garis lurus) atau gerakan *circular* (yang merupakan lintasan melingkar). Umumnya, sumbu yang terdapat pada gerakan linier adalah X, Y dan Z sedangkan nama *axis* pada gerakan *circular* adalah A, B dan C.[1]

Proses sinkronisasi gerakan pada sumbu gerak tersebut diperlukan suatu sistem interpolator yang secara khusus membagi gerakan tiap *axis* berdasarkan perintah gerakan global yang diwujudkan dalam bentuk sinyal perintah gerakan ke sistem penggerak.[2] Kebanyakan sistem CAD menyediakan perancang dengan alat untuk mendefinisikan kurva dua dan tiga dimensi serta bentuk permukaan. Secara kontras mesin CNC konvensional umumnya mendukung hanya fungsi dari garis lurus dan interpolasi melingkar. Kesenjangan antara pengembangan teori yang mewakili permukaan kurva dan dalam sistem CAD dan keterbatasan kemampuan yang ditawarkan oleh interpolator kontrol numerik menyebabkan beberapa kesulitan pada kecepatan dan akurasi permukaan pada kurva dan benda kerja yang dihasilkan, hal itu menunjukkan bahwa dibutuhkan adanya interpolator kurva yang lebih umum digunakan untuk mesin CNC.[3]

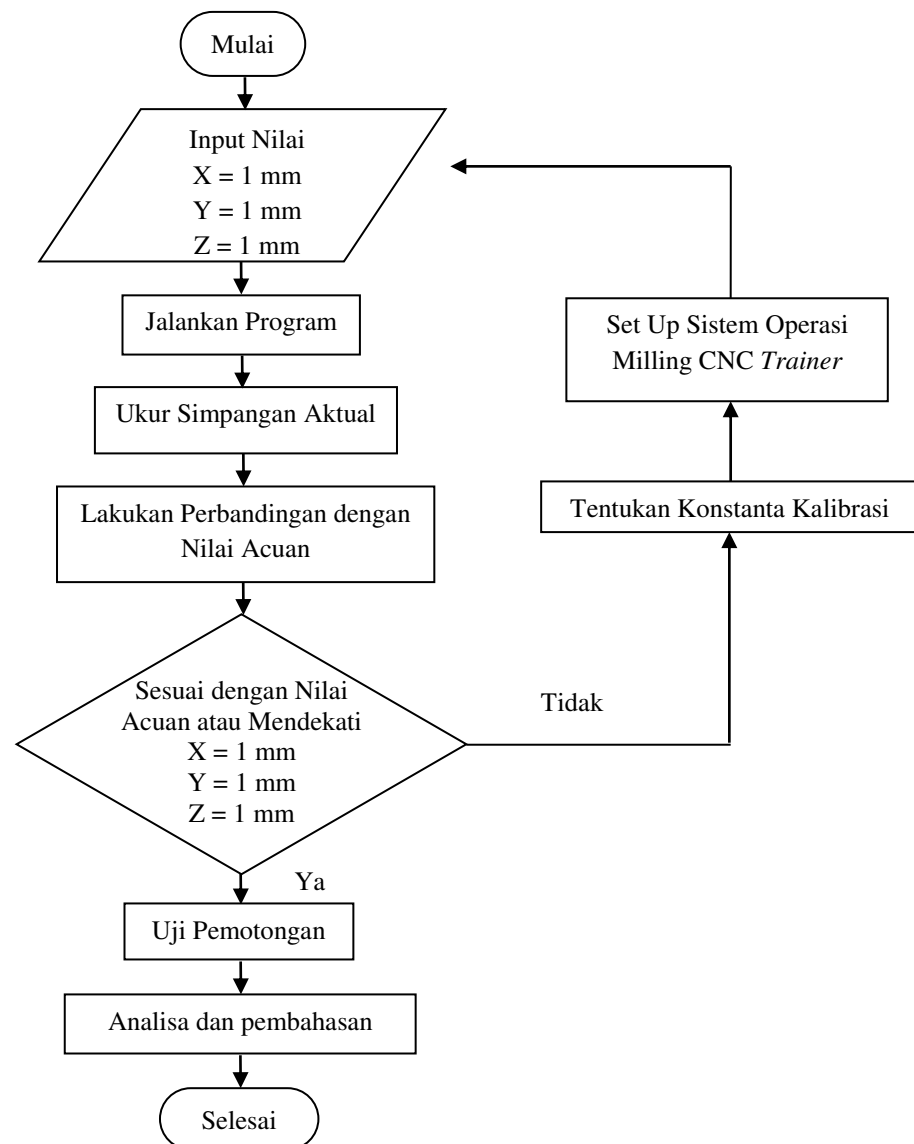
Sebuah sistem operasi yang menyeluruh sangatlah dibutuhkan untuk menjembatani permasalahan yang ada mengenai penggunaan mesin CNC. Dalam kondisi seperti ini penggunaan perangkat lunak yang dikombinasikan dengan menu simulasi sangatlah diperlukan, seperti halnya sebuah perangkat lunak CAM (*Computer Aided Manufacturing*) yang dapat memproses informasi geometrik dari sebuah CAD file dimana data-data masukan berupa desain dari model CAD tersebut digunakan sebagai referensi bagi perangkat lunak memproses perintah tersebut untuk

dapat mengkalkulasikan gerak pahat. Informasi tersebut dapat disimpan dalam bentuk *nc.file* yang merupakan informasi dari gerakan pahat. Karena bahasa manual atau *G Code* pada tiap jenis mesin CNC memiliki struktur penulisan yang berbeda-beda maka perangkat lunak tersebut dalam mengeluarkan *G Code* akan menyesuaikan dengan tipe *post processor* yang dipilih. *G Code* yang tersimpan dalam *nc.file* tersebut berisi informasi yang akan digunakan untuk menggerakkan pahat, akan tetapi informasi tersebut belum mampu digunakan untuk menggerakkan sebuah mesin CNC milling. Oleh sebab itu diperlukan perangkat lunak lain yang dapat digunakan untuk memproses semua informasi tersebut sehingga menghasilkan output berupa kontrol numerik yang merupakan instruksi untuk mengontrol proses permesinan pada mesin perkakas dalam hal ini adalah pergerakan pahat pada mesin CNC milling.

Adapun penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan ketelitian perangkat lunak yang digunakan sebagai sistem operasi mesin CNC *trainer* dengan cara melakukan kalibrasi gerakan pada masing-masing sumbu gerak X, Y dan Z kode pemrograman G01, G02 dan G03.

2. Metodologi Penelitian

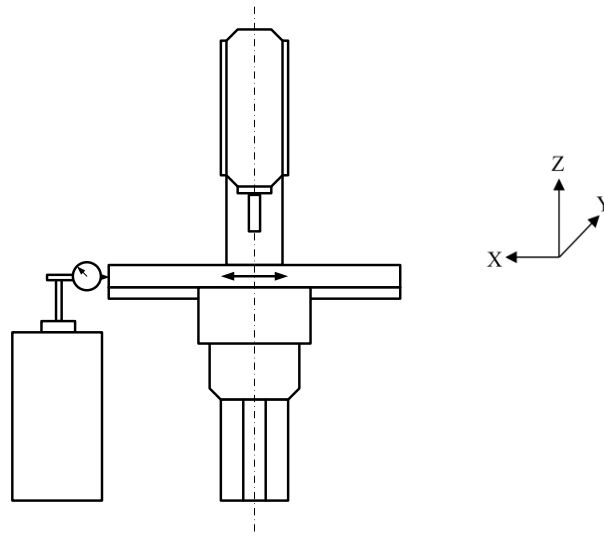
Aspek kualitas dan produktivitas merupakan alasan dasar dilakukannya pengembangan perangkat lunak mesin-mesin produksi berbasis komputer salah satunya perangkat lunak sistem operasi mesin CNC *trainer*. Untuk meningkatkan ketelitian dan keakurasian mesin maka diperlukan adanya proses kalibrasi gerakan pada masing-masing kode pemrograman (*G code*) pada perangkat lunak tersebut. Gambar 1 menjelaskan alur penelitian ini dengan mengacu pada standar pengujian peralatan mesin perkakas.



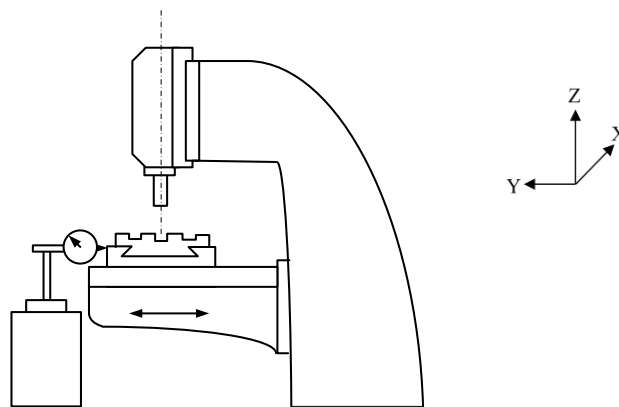
Gambar 1. Diagram alir penelitian

2.1 Skema Proses Kalibrasi

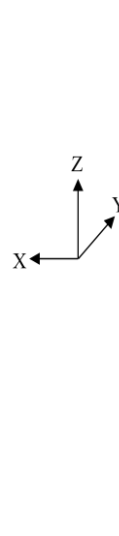
Skema pengambilan data nilai aktual pada saat proses kalibrasi terbagi menjadi tiga, yaitu sumbu gerak X, Y dan Z pada masing-masing kode pemrograman G01, G02 dan G03. Adapun skema tersebut dilakukan sesuai dengan prosedur pengujian mesin perkakas yang ditunjukkan pada Gambar 2, Gambar 3 dan Gambar 4.



Gambar 2. Skema pengujian proses kalibrasi sumbu X



Gambar 3. Skema pengujian proses kalibrasi sumbu Y



Gambar 4. Skema pengujian proses kalibrasi sumbu Z

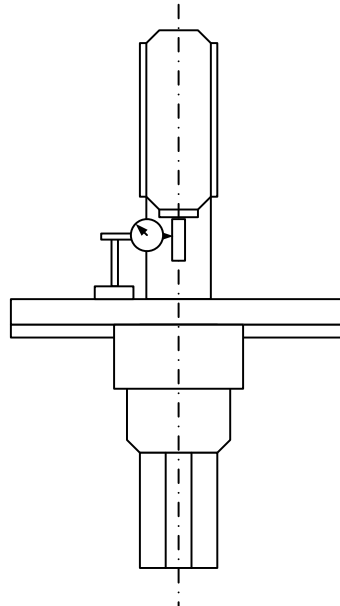
Dari ketiga skema tersebut akan diperoleh hasil pengukuran simpangan aktual pada masing-masing gerakan meja kerja pada mesin CNC yang dioperasikan dengan perangkat lunak CNC *trainer*, jika nilai simpangan yang diperoleh sudah merupakan nilai yang dianggap paling optimal maka tahap selanjutnya akan dilakukan uji pemotongan model benda kerja dengan mesin CNC. Namun jika simpangan pada masing-masing gerakan meja kerja masih terlalu besar maka harus ditentukan konstanta kalibrasi untuk mengurangi nilai kesalahan atau penyimpangan gerak meja kerja hingga diperoleh nilai penyimpangan yang paling kecil. Adapun format penulisan koordinat pemrograman dalam proses kalibrasi ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Format Penulisan Program

| N | G | X | Y | Z | F | Keterangan |
|----|----|-----|-----|-----|----|-------------------|
| 01 | 01 | 100 | 00 | 00 | 50 | Kalibrasi Sumbu X |
| 02 | 01 | 00 | 100 | 00 | 50 | Kalibrasi Sumbu Y |
| 03 | 01 | 00 | 00 | 100 | 50 | Kalibrasi Sumbu Z |

2.2 Pengujian Ketelitian Mesin Perkakas

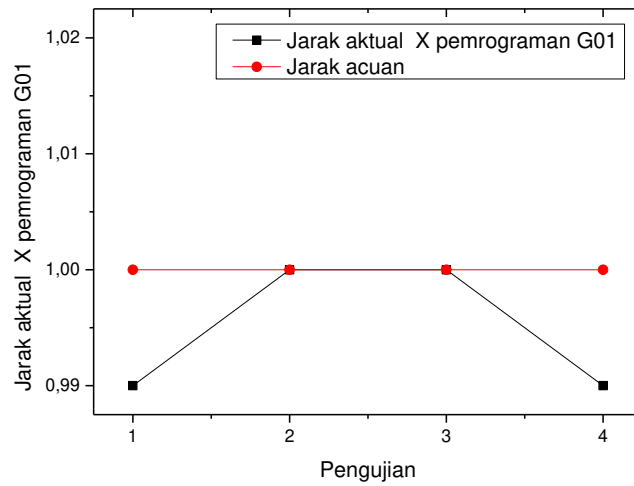
Pengujian ketelitian mesin perkakas dilakukan untuk mengetahui seberapa besar penyimpangan yang diakibatkan oleh *runs out* motor *spindle* pada mesin CNC yang akan digunakan untuk membuat benda kerja, penyimpangan *runs out* pada *motor spindle* sangat perlu untuk diketahui karena nilai yang diperoleh dari simpangan tersebut nantinya digunakan sebagai salah satu acuan untuk menganalisa penyimpangan yang terjadi saat dilakukannya pengukuran hasil pemotongan pada benda kerja. Sesuai dengan standar pengujian mesin perkakas *runs out* yang diperbolehkan pada mesin perkakas milling vertikal adalah 0,01 hingga 0,02 mm. Adapun skema pengujian *runs out* motor *spindle* ditunjukkan pada Gambar 5.[4]



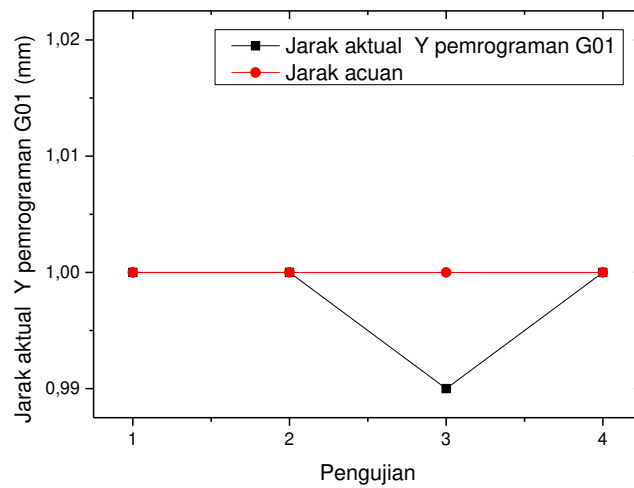
Gambar 5. Prosedur penempatan *dial indicator* untuk mengetahui *runs out* motor *spindle*

3. Hasil dan Pembahasan

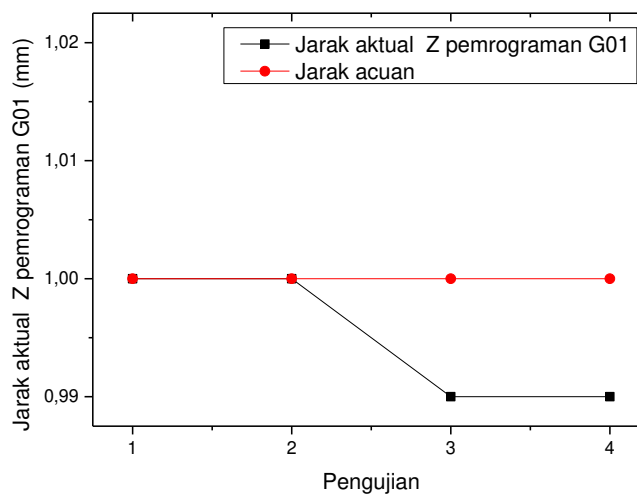
Analisa ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar penyimpangan yang terjadi pada proses kalibrasi, dimana nilai acuan yang digunakan pada masing-masing sumbu gerak X, Y dan Z bernilai 1 mm. Gambar 6, Gambar 7 dan Gambar 8 menunjukkan perbandingan hasil kalibrasi jarak pada sumbu gerak X, Y dan Z masing-masing kode pemrograman G01 dapat terlihat bahwa penyimpangan yang terjadi pada proses kalibrasi adalah 0,01 mm dibawah dari nilai acuan yang diberikan pada perangkat lunak sistem operasi mesin CNC *trainer*. Nilai tersebut bisa dianggap sebagai nilai yang paling optimal dikarenakan alat ukur yang digunakan dalam proses kalibrasi hanya mempunyai ketelitian 0,01 mm.



Gambar 6. Grafik perbandingan hasil kalibrasi jarak X kode pemrograman G01 terhadap nilai acuannya

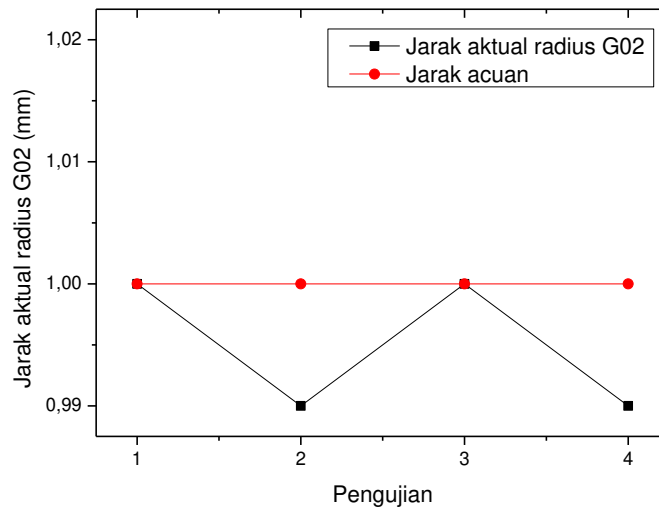


Gambar 7. Grafik perbandingan hasil kalibrasi jarak Y kode pemrograman G01 terhadap nilai acuannya

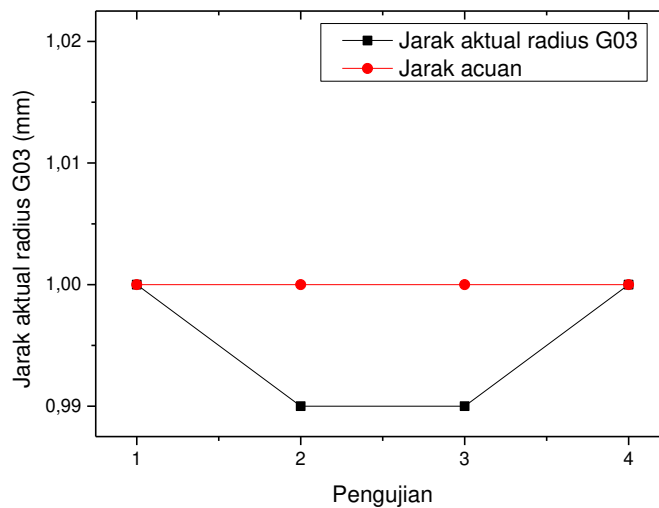


Gambar 8. Grafik perbandingan hasil kalibrasi jarak Z kode pemrograman G01 terhadap nilai acuannya

Hasil yang sama ditunjukkan pada kode pemrograman G02 dan G03 pada Gambar 9 dan Gambar 10, dimana penyimpangan radius kelengkungan yang terjadi saat dilakukan proses kalibrasi adalah sebesar 0,01 mm lebih kecil jika dibandingkan dengan nilai acuannya, nilai tersebut besarnya sama jika dibandingkan dengan nilai yang diperoleh pada proses kalibrasi kode pemrograman G01 pada sumbu gerak X, Y dan Z. Nilai tersebut bisa dianggap sebagai nilai yang paling optimal atau nilai dengan penyimpangan terkecil dikarenakan alat ukur yang digunakan dalam melakukan proses kalibrasi pada kode pemrograman G02 dan G03 sama dengan alat ukur yang digunakan pada saat proses kalibrasi kode pemrograman G01 yaitu alat ukur dengan ketelitian sebesar 0,01 mm.



Gambar 9. Grafik perbandingan hasil kalibrasi radius kelengkungan kode pemrograman G02 terhadap nilai acuannya



Gambar 10. Grafik perbandingan hasil kalibrasi radius kelengkungan kode pemrograman G03 terhadap nilai acuannya

Adapun penyimpangan yang bervariasi bisa diakibatkan oleh beberapa faktor salah satunya adalah penggunaan dari alat ukur itu sendiri, karena ketidak sempurnaan masing-masing bagian ditambah dengan pengaruh lingkungan maka bisa dikatakan bahwa tidak ada satupun hasil pengukuran yang memberikan ketelitian *absolute*. Ketelitian bersifat relatif yaitu kesamaan atau perbedaan antara hasil pengukuran dengan harga yang dianggap benar selalu mempunyai selisih nilai, selama selisih nilai tersebut masih dalam toleransi yang sesuai dengan standar pengujian mesin perkakas maka hal tersebut bisa dikatakan sebagai sesuatu yang wajar.

4. Kesimpulan

Proses Kalibrasi dengan jarak 1 mm sebagai nilai acuan pada kode pemrograman G01, G02 dan G03 menghasilkan penyimpangan maksimal yang besarnya sama yaitu 0,01 mm. Nilai tersebut bisa dianggap sebagai nilai yang paling optimal hal itu dikarenakan alat ukur yang digunakan dalam proses kalibrasi hanya mempunyai ketelitian sebesar 0,01 mm.

5. Daftar Pustaka

- [1] Pramudijanto, J., 2012, “Sistem Pengaturan Gerakan Tool Pada Prototipe Mesin CNC dengan Kontroller Disturbance Observer”, Jurnal Teknik POMITS Vol 1 No.1 2012 : 1-6.
- [2] Widyanto, S.A., 2009, “Pengembangan Perangkat Lunak Sistem Interpolator Mesin Multi Material Deposite Indirect Sintering (MMD-Is)”, Jurnal ROTASI-Vol 11 No.1 Januari 2009 : 10-14.
- [3] Koren, Y., 1993, CNC “Interpolators : Algorithms And Analysis,” PED-Vol 64, Manufacturing Science and Engineering ASME 1993 : 83 -9.
- [4] Schlesinger, G., 1978, “Testing Machine Tools 8th Edition”, Pergamon Press, New York.