

TESIS

**PERANCANGAN SKEMA PERGERAKAN MESIN 5-
AXIS UNTUK MENGHINDARI *COLLISION***



Oleh

Abram Tangkemanda

NPM. 640502001X

Pembimbing

Dr. Ir. Gandjar Kiswanto, M.Eng

**PROGRAM PENDIDIKAN MAGISTER TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS INDONESIA
2008**

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur kepada Tuhan, sehingga penulisan tesis ini dapat juga diselesaikan. Penulis dengan sekuat tenaga untuk menyajikan karya tulis ini dengan baik dan diharapkan mempunyai nilai aplikatif bagi dunia pendidikan manufaktur secara umum dan terkhusus bidang CAD / CAM. Tetapi penulis juga menyadari tesis ini pasti ada kekurangannya. Jika penulisan ini dirasakan masih kurang dan tidak lengkap, kesemuanya itu adalah tanggung jawab penulis dan semata-mata bersumber dari keterbatasan pengetahuan dan kemampuan penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan dan menunggu komentar, saran, kritik membangun dari sidang pembaca tentang sistematika, cakupan materi, dan analisis dalam menuangkan hasil-hasil pemikiran. Komentar, saran dan kritik membangun tersebut akan penulis terima dengan segala senang hati untuk perbaikan penulisan ini di masa depan.

Penulis mengharapkan semoga karya ilmiah yang sederhana ini mendapat tempat di hati sidang pembaca. Dan tak lupa pula penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pembimbing tesis yaitu : Bapak Dr. Ir. Gandjar Kiswanto, M.Eng yang sudah membimbing, memberikan masukan demi terselesaikannya tesis ini.

Jakarta, 12 Januari 2008

Penulis

Abram Tangkemanda

SURAT PERNYATAAN

Saya menyatakan dengan ini sesungguhnya, bahwa tesis dengan judul : “**Perancangan Skema Pergerakan Mesin 5-axis Untuk Menghindari Collision** “. Yang dibuat guna melengkapi sebagai persyaratan mendapat gelar Magister Teknik pada program studi Teknik Mesin Universitas Indonesia.

Sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari tesis yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapat gelar Magister di lingkungan Universitas Indonesia maupun perguruan tinggi lainnya atau instansi manapun, kecuali bagian sumber informasinya yang dicantumkan sebagai mestinya.

Jakarta, 12 Januari 2008

Abram Tangkemanda
NPM : 64 05 02 001X

LEMBAR PENGESAHAN

Dengan ini dinyatakan bahwa pada :

Hari/Tanggal : Senin / 07 Januari 2008

Jam : 09.00 – 10.00

Tempat : Ruang Kuliah Lantai 2 DTM - FTUI

Telah berlangsung Ujian Tesis Program Pascasarjana, Fakultas Teknik Universitas Indonesia dengan peserta :

Nama Mahasiswa : Abram Tangkemanda

N P M : 64 05 02 001X

**Judul : Perancangan Skema Pergerakan Mesin 5-axis Untuk
Menghindari Collision.**

Tesis ini telah selesai diperbaiki sesuai dengan keputusan Sidang Ujian Tesis tanggal 07 Januari 2008 dan telah mendapat persetujuan dari Pembimbing.

Depok, 14 Januari 2008

Menyetujui :

Pembimbing,

(Dr. Ir. Gandjar Kiswanto, M.Eng)

PERANCANGAN SKEMA PERGERAKAN MESIN 5-AXIS UNTUK MENGHINDARI COLLISION

SCHEME MOVEMENT FOR FIVE-AXIS OPERATION WITH COLLISION AVOIDANCE

Abram Tangkemanda, Gandjar Kiswanto

Departemen Teknik Mesin, Kekhususan Teknik Manufaktur
Program Pendidikan Pascasarjana Teknik
Fakultas Teknik Universitas Indonesia

E-mail: bram_pascaui@yahoo.com

Abstrak

Paper ini menggambarkan pengembangan dari penggabungan generasi *5-axis NC-postprocessor* dan *NC-simulation*. Penggabungan ini dibuat sedemikian mungkin pemanfaatan secara penuh kemampuan dari *NC-postprocessor*, *NC-simulation* dan mesin *milling 5-axis*. Selama *NC-postprocessing*, *NC-simulation* mengecek secara bersamaan antara posisi alat selama *collision* dan jika ini terjadi kemudian *NC-postprocessor* secara tiba-tiba mencari beberapa alternatif tanpa banyak campur tangan operator. Dalam pelaksanaannya metode pencegahan *collision* secara otomatis mencari kombinasi alternatif dari hasil posisi sumbu mesin yang sama dengan lintasan *cutter*, alternatif posisi ragam diatas meja berputar dan memanjangkan alat.

Abstract

This paper describes developments a generalised five axis NC-posprocessor and a NC-simulation package have been integrated. This integration makes it possible to exploit fully the capabilities of the NC-posprocessor, the NC-simulation package checks each tool position for collision and if this latter occurs, the NC-postprocessor immediately looks for alternatives without any operator interventions. The implemented automatic collision avoidance methods are searching for alternative combinations of machine axis positions yielding the same tool orientation, alternatif clamping positions on rotary tables and tool lengths.

Keywords : *CAM, NC-Postprocessing , Nc-Simulation and Five-Axis Milling*

Daftar Isi

Ucapan Terima Kasih	i
Surat Pernyataan	ii
Lembar Pengesahan	iii
Abstrak	iv
Daftar isi	v
Daftar gambar	vii
Daftar Tabel	x
BAB I. Pendahuluan	1
1.1. Latar Belakang	2
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
BAB II. Teori Dasar	4
2.1. Klasifikasi NC mesin milling	4
2.2. Yang dibutuhkan proses permesinan 5-axis	5
2.3. Komponen-komponen mesin 5-axis	6
2.4. Konfigurasi mesin milling 5-axis	6
2.5. Alat pengontrol mesin	7
2.6. Software CAD / CAM	8
2.7. Teori klasik dari NC-program mesin 5-axis	9
2.8. Kinematik mesin milling 5-axis	10
2.8.1. Kinematik wrist type	12
2.8.2. Kinematik tilt rotary table type	14
2.8.2.1. Forward kinematik tilt rotary table type	14
2.8.2.2. Invers kinematik tilt rotary table type	17
2.8.3. Kinematik wrist type yang lain	19
2.8.3.1. Forward kinematik wrist type	19
2.8.3.2. Invers kinematik wrist type	21

BAB III. Metode Perancangan	23
3.1. Penggabungan NC-posprocessor dan NC-simulation	23
3.2. Optimalisasi posisi ragum/clamp	24
3.3. Metode pencegahan terjadinya collision	24
BAB IV. Analisa terjadinya collision dan pembahasan	26
4.1. Type 1	26
4.1.1. Terjadinya collision	26
4.1.2. Solusi pertama	29
4.1.3. Solusi kedua	32
4.2. Type 2	36
4.2.1. Terjadinya collision	36
4.2.2. Solusi pertama	40
4.2.3. Solusi kedua	45
4.3. Type 3	51
4.3.1. Terjadinya collision	51
4.3.2. Solusi pertama	53
4.3.3. Solusi kedua	59
BAB V. Kesimpulan dan Saran	63
5.1. Kesimpulan	63
5.2. Saran	65
Referensi	66

Daftar Gambar

Gambar 2.1. Proses permesinan 5 sisi	5
Gambar 2.2. Tipe konfigurasi mesin milling 5-axis	12
Gambar 2.3. Mesin milling 5-axis sebagai sumbu putar B dan C	13
Gambar 2.4. Mesin milling 5-axis sebagai sumbu putar A dan C	14
Gambar 2.5. Pemilihan Quadrant untuk rotasi	18
Gambar 2.6. Kinematik mesin milling 5-axis type wrist	19
Gambar 2.7. Pemilihan Quadrant untuk rotasi	22
Gambar 3.1. Informasi aliran NC-postprocessor dan software simulation	31
Gambar 3.2. Prosedur Menghindari Terjadinya Collision	32
Gambar 4.1. Terjadinya collision pada mesin type 1	27
Gambar 4.2. Posisi pahat dan benda kerja pada mesin type 1	27
Gambar 4.3. Hasil jejak pahat simulasi finishing pada mesin type 1	28
Gambar 4.4. Collision antara cutter -benda kerja pada simulasi mesin type 1	28
Gambar 4.5. collision antara cutter dan benda kerja pada mesin type 1	28
Gambar 4.6. Tool path visualization pada feature verify	29
Gambar 4.7. Tool path visualization pada pada CLS file pada mesin type 1	29
Gambar 4.8. Posisi awal proses pada UGNX dan pada mesin type 1	30
Gambar 4.9. Posisi sumbu B bersamaan dengan sumbu X pada UGNX	30
Gambar 4.10. Posisi sumbu B berputar bersama sumbu X pada solusi 1	30
Gambar 4.11. Posisi disekitar daerah sebelum terjadi collision pada solusi 1	31
Gambar 4.12. Akhir proses setelah sumbu B berputar bersamaan sumbu X	31
Gambar 4.13. Posisi akhir proses pada solusi 1 type mesin 1	31
Gambar 4.14. Jejak pahat dari simulasi pada solusi 1 type mesin 1	32
Gambar 4.15. Pergerakan maksimum sumbu B dan X pada akhir proses	33
Gambar 4.16. awal proses permesinan pada Solusi kedua pada type mesin 1	33
Gambar 4.17. Posisi awal proses permesinan pada mesin type 1	34
Gambar 4.18. Posisi setelah sumbu B dan sumbu X pada solusi kedua type 1	34
Gambar 4.19. Posisi setelah sumbu C berputar +180 derajat	35
Gambar 4.20. Posisi setelah sumbu B bersamaan benda kerja pada sumbu X	35
Gambar 4.21. hasil simulasi jejak pahat pada solusi kedua untuk type 1	36

Gambar 4.22. Posisi awal proses permesinan type 2	37
Gambar 4.23. Posisi awal pahat dan benda kerja pada mesin type 2	37
Gambar 4.24. Hasil jejak pahat pada simulasi finishing pada mesin type 2	38
Gambar 4.25. Posisi awal terjadi collision pada mesin type 2 di UGNX	38
Gambar 4.26. Posisi awal permesinan terjadi collision pada mesin type 2	38
Gambar 4.27. Posisi pertengahan pengerjaan pada mesin type 2 di UGNX	39
Gambar 4.28. Posisi disekitar pertengahan pengerjaan pada mesin type 2	39
Gambar 4.29. Posisi akhir permesinan type 2 pada UGNX	39
Gambar 4.30. Posisi akhir permesinan pada mesin type 2	40
Gambar 4.31. Koordinat titik saat terjadinya collision pada awal dan akhir	41
Gambar 4.32. Hasil jejak pahatnya untuk solusi 1 pada mesin type 2	41
Gambar 4.33. Posisi awal untuk solusi 1 pada mesin type 2 di UGNX	42
Gambar 4.34. Posisi awal permesinan untuk solusi 1 pada mesin type 2	42
Gambar 4.35. Posisi pertengahan untuk solusi 1 pada mesin type 2 di UGNX	42
Gambar 4.36. Posisi pertengahan permesinan untuk solusi 1 pada mesin type 2	43
Gambar 4.37. Posisi akhir untuk solusi 1 pada mesin type 2 di UGNX	43
Gambar 4.38. Posisi akhir permesinan untuk solusi 1 pada mesin type 2	43
Gambar 4.39. Jejak pahat pada CLS file untuk solusi 1 pada mesin type 2	45
Gambar 4.40. Hasil jejak pahat solusi kedua pada type mesin 2	46
Gambar 4.41. Posisi awal solusi kedua pada type mesin 2 di UGNX	46
Gambar 4.42. Posisi awal permesinan solusi kedua pada type mesin 2	46
Gambar 4.43. Posisi pertengahan solusi kedua pada type mesin 2 di UGNX	46
Gambar 4.44. Posisi pertengahan permesinan solusi kedua pada type mesin 2	47
Gambar 4.45. Posisi sumbu C untuk solusi kedua pada type mesin 2 di UGNX	47
Gambar 4.46. Posisi sumbu C berputar untuk solusi kedua pada type mesin 2	48
Gambar 4.47. Posisi akhir untuk solusi kedua pada type mesin 2 di UGNX	48
Gambar 4.48. Posisi akhir permesinan untuk solusi kedua pada type mesin 2	48
Gambar 4.49. Jejak pahat CLS filenya untuk solusi kedua pada type mesin 2	49
Gambar 4.50. Posisi benda kerja pada mesin type 3	49
Gambar 4.51. Posisi benda kerja dan pahat pada mesin type 3	52
Gambar 4.52. Hasil jejak pahat pada mesin type 3	52

Gambar 4.53. Posisi awal permesinan pada mesin type 3	52
Gambar 4.54. Posisi awal terjadinya collision pada mesin type 3 di UGNX	53
Gambar 4.55. Posisi awal terjadinya collision pada mesin type 3	53
Gambar 4.56. Collision berlanjut terus pada mesin type 3	53
Gambar 4.57. Koordinat titik dilihat pada list collision pada feature verify	54
Gambar 4.58. Solusi pertama memanjangkan cutter dari 10 mm ke 20 mm	55
Gambar 4.59. Posisi awal untuk solusi pertama pada mesin di UGNX	55
Gambar 4.60. Posisi awal permesinan untuk solusi pertama pada mesin type 3	55
Gambar 4.61. Pertengahan proses solusi pertama pada mesin type 3 di UGNX	56
Gambar 4.62. Pertengahan proses untuk solusi pertama pada mesin type 3	56
Gambar 4.63. Akhir proses untuk solusi pertama pada mesin type 3 di UGNX	57
Gambar 4.64. Posisi akhir proses untuk solusi pertama pada mesin type 3	57
Gambar 4.65. Jejak pahatnya untuk solusi pertama pada mesin type 3	58
Gambar 4.66. Pergerakan maksimum pada sumbu A dan Y	59
Gambar 4.67. Posisi awal proses solusi kedua pada mesin type 3 di UGNX	59
Gambar 4.68. Posisi awal proses solusi kedua pada mesin type 3	60
Gambar 4.69. Pertengahan proses solusi kedua pada mesin type 3 di UGNX	60
Gambar 4.70. Pertengahan proses untuk solusi kedua pada mesin type 3	60
Gambar 4.71. Posisi akhir untuk solusi kedua pada mesin type 3 di UGNX	61
Gambar 4.72. Posisi akhir proses untuk solusi kedua pada mesin type 3	61
Gambar 4.73. CLS filenya untuk solusi kedua pada mesin type 3	62
Gambar 4.74. Pergerakan maksimum sumbu A dan Z	62

Daftar Tabel

Tabel 1. Metode pencegahan collision secara umum	25
Tabel 2. Metode menghindari collision mesin milling tipe 1	63
Tabel 3. Metode menghindari collision mesin milling tipe 2	63
Tabel 4. Metode menghindari collision mesin milling tipe 3	64

