

Pembuatan Sistem Kendali Numerik untuk Pengerak Sistem Inspeksi Visi

Bambang Sulaksana¹⁾, Yanuar Burhanuddin²⁾ dan Ageng Sadnowo. R.³⁾

¹⁾ Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Lampung

²⁾ Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Lampung

³⁾ Dosen Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Lampung

Jln. Prof.Sumantri Brojonegoro No. 1 Gedung H FT Lt. 2 Bandar Lampung

Telp. (0721) 3555519, Fax. (0721) 704947

email : bambangsulaksan@yahoo.co.id

Abstract

Common reasons for implementing automated vision inspection system has been discussed by previous researchers. Many advantages when compared to automated vision inspection of human visual inspection. Automated vision inspection system can work tirelessly, and has accuracy and consistent quality control. Vision inspection system can detect defects that are hard to find by the human visual. Without tools and can operate faster than the human visual.

This research will use the software as mach3 CNC control system controls the computer, as the driving bipolar stepper motors, and motor driver IC that is used as a controller L297 and L298 stepper motors. Measuring instruments that are used for data retrieval using calipers. Testing is done by measuring the displacement of the desk and then compare the measured values with values that ruled on the computer simulation of translational motion as far as 1 cm, 2 cm, 3 cm, 4 cm, 5 cm, and 6 cm.

From the testing that has been done on each axis movement values obtained average error as follows: on the x-axis value obtained the largest average error was 3%. Then the z axis has an average value of the largest error is 8.4%. Value of the compensation amount given step is 2 times the amount of an ideal step.

Keywords: Software Mach3 CNC, Driver L297 & L298, Stepper Motor - bipolar.

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kegiatan inspeksi menjadi hal penting dalam sebuah produksi. Karena kegiatan inspeksi ini yang nantinya menyimpulkan nilai kualitas suatu produk baik atau tidak (masuk dalam kategori barang jadi atau *reject*). Dalam industri lebih dikenal dengan istilah kendali mutu (*Quality Control*). Meskipun kegiatan inspeksi ini sangat diperlukan dalam sebuah produksi, namun kegiatan inspeksi masih bergantung pada visual manusia.

Alasan umum untuk menerapkan sistem inspeksi visi otomatis telah didiskusikan oleh para peneliti sebelumnya. Banyak keuntungan inspeksi visi otomatis jika dibandingkan

inspeksi visual manusia. Sistem inspeksi visi otomatis dapat bekerja tanpa lelah, serta memiliki keakuratan dan kendali mutu yang konsisten. Sistem inspeksi visi dapat mendeteksi adanya cacat yang sulit ditemukan oleh visual manusia. Tanpa alat bantu dan dapat beroperasi lebih cepat dibanding visual manusia. Sedangkan alasan khusus untuk menerapkan sistem inspeksi visi adalah untuk meningkatkan produktivitas, menanggulangi kerugian-kerugian akibat inspeksi manual yang tidak konsisten serta penghematan biaya tenaga kerja. Selain itu juga mengurangi resiko kecelakaan kerja bagi tenaga kerja. Karena kegiatan inspeksi yang bersifat monoton dan membosankan serta memerlukan keakuratan serta ketelitian yang tinggi. (Away, 2006.)

Pada sistem kendali dikenal dua sistem kendali yaitu system kendali lup terbuka dan system kendali lup tertutup. Sistem lup terbuka (*open loop system*) adalah sistem kendali yang nilai keluarannya tidak diperhitungkan ulang oleh pengendali. Sehingga tidak terukur suatu keadaan apakah plant benar-benar telah mencapai target seperti yang dikehendaki masukan atau referensi, tidak dapat mempengaruhi kinerja pengendali. (Ogata K,1997).

Pada sistem kendali yang lain, yakni sistem kendali lup tertutup (*closed loop system*) memanfaatkan variabel yang sebanding dengan selisih respon yang terjadi terhadap respon yang diinginkan. Sistem seperti ini juga sering dikenal dengan sistem kendali umpan balik. (Ogata K, 1997)

Berdasarkan uraian diatas, penulis tertarik untuk melakukan penelitian yang berjudul "Pembuatan Sistem Kendali Numerik Untuk Penggerak Sistem Inspeksi Visi". Dengan adanya penelitian ini diharapkan akan diketahui nilai ketelitian dan *error* sistem kendali yang dibuat. Sehingga dapat diketahui aplikasi yang cocok untuk pemanfaatannya.

B. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah untuk membuat sistem kontrol dari pergerakan kamera yang dikontrol secara simultan oleh sebuah komputer (*software*) yang dapat digunakan untuk kegiatan inspeksi visi.

Dengan spesifikasi sistem yang akan dibuat :

- 1.Sistem dapat bergerak linear sesuai perintah yang diberikan.
- 2.Sistem dapat bergerak dengan toleransi keakuratan sampai $\pm 20\%$.

C. Batasan Masalah

Agar penelitian yang dilakukan dapat lebih terarah, peneliti membatasi permasalahan antara lain :

1. Penelitian ini hanya membahas keakuratan gerak sistem kendali untuk pergerakan sistem inspeksi visi.

2. Sumbu gerak sistem kendali lup terbuka terdiri dari dua sumbu gerak (x,y)
3. Area kerja sistem penggerak memiliki dimensi panjang 100cm x 80cm.
4. Motor penggerak yang digunakan adalah stepper motor bipolar.
5. Pengendali dan driver motor yang digunakan, menggunakan driver iC L297 dan L298.
6. Pengambilan data dilakukan dengan melakukan simulasi gerakan sistem untuk membuat pola gerak lurus.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada bulan Juni 2012 sampai dengan Maret 2013. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Elektronika Teknik Elektro dan Laboratorium Proses Produksi Teknik Mesin Universitas Lampung.

1. Prosedur pembuatan rangkaian dan instalasi sistem kontrol.

Prinsip kerja rangkaian

Rangkaian *interface* komputer dengan motor yang dibuat ialah rangkaian stepper kontrol menggunakan iC L297 sebagai penerima inputan *clock/step* dan *direction* dari komputer kemudian L297 akan mengeluarkan sinyal fasa ABCD dengan urutan (0101-1001-1010-0110) yang dapat digunakan untuk memutar stepper motor. Kemudian sinyal keluaran L297 dikuatkan dengan rangkaian *full bridge driver* L298n sebagai rangkaian isolasi tegangan dan arus tinggi yang digunakan motor yang dapat menerima sinyal logika dari L297

2. Pengujian Dan Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

- 1.Memberikan perintah gerak 1 cm pada *software mach3* dengan menuliskan pada kolom *command*.
- 2.Mengukur secara langsung perpindahan meja kerja menggunakan jangka sorong,

3. Mengulangi langkah 1 dan 2 untuk perintah 2cm, 3cm, 4cm, 5cm, dan 6cm.
4. Mengulangi langkah 1 sampai 3 sebanyak 5 kali.

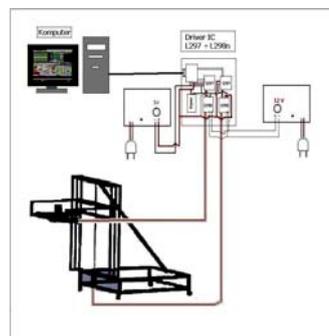
HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Konsep Perancangan Sistem Secara Umum

Sistem kontrol yang telah dibuat adalah sistem kontrol loop terbuka dimana perintah dimasukan melalui komputer dengan menggunakan *software mach3 cnc*. Komputer akan mengirimkan sinyal melalui Paralel Port berupa sinyal *clock* dan *direction* yang kemudian akan diolah oleh IC L297 sebagai kontroler motor stepper, IC L298 ini berfungsi sebagai *driver full bridge* sekaligus penguat arus untuk menggerakkan motor stepper, karena tegangan yang dibutuhkan motor 12V dan arus 1A.

Motor penggerak yang digunakan adalah motor stepper yang digunakan adalah *stepper motor sanyodenki 256 series* yang memiliki resolusi 1.8°/step. Artinya motor ini akan berputar sebesar 360° apabila diberi 200 step pada mode *Full stepping* dan 400 step pada mode *half stepping*. Motor penggerak ini akan menggerakkan meja pembawa kamera dengan mekanisme ulir pendorong. Mekanisme ulir digunakan untuk merubah gerak rotasi motor menjadi gerak translasi pada meja pembawa kamera.

Secara garis besar dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 1. Gambaran umum perancangan sistem kontrol.

B. Pendekatan Elektronika dan Software

Pendekatan ini akan meninjau nilai kompensasi kesalahan sudut putar motor sebelum nanti dikopel dengan beban pada ulir akibat kesalahan rangkaian kontrol stepper melalui *software mach3*. Sudut yang terbentuk pada putaran stepper motor pada bagian ini di asumsikan hanya dipengaruhi oleh jumlah step yang diberikan pada kontroler. Untuk itu diperlukannya sistem kontrol stepper yang mampu menerima sinyal dari komputer dengan baik. Sehingga diperlukannya pengecekan awal sinyal output dari komputer, yang selanjutnya akan dilihat perlu tidaknya pengkondisian sinyal sehingga sinyal tersebut dapat dibaca dan diolah IC kontrol. IC kontrol stepper yang digunakan pada penelitian ini adalah menggunakan IC L297 dan IC L298 sebagai penguat arus dan tegangan untuk motor.

Pengujian rangkaian dan *software* dilakukan dengan asumsi bahwa semua komponen berjalan normal, dimana untuk memutar motor stepper sebesar 1 putaran penuh diperlukan 200-step, dan ulir yang digunakan memiliki pitch 1mm/rev. Sehingga setting pada *software mach3* yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- Kecepatan motor 100rpm
- Jumlah step 200 step/unit.

Pada percobaan awal, jumlah sudut yang terbentuk adalah setengah dari perintah yang diberikan. Dari kondisi ini dapat

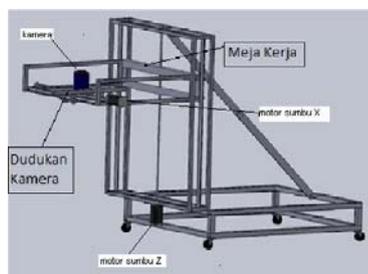
disimpulkan bahwa kompensasi jumlah step yang harus diberikan adalah sebesar 2 kali lipat dari jumlah step yang digunakan pada kondisi ideal. Selanjutnya dari pengujian yang dilakukan setelah pemberian kompensasi dengan pengambilan beberapa perintah yang berbeda yaitu (1, 2, 3, 4, 5, 6) putaran, kemudian setelah tidak didapatkan nilai kesalahan/error pada sistem elektronika dan *software*. Pengujian dilanjutkan dengan memasang motor penggerak dengan poros ulir atau beban untuk mengetahui nilai kesalahan mekanik pada sistem kendali yang telah dibuat. Gambar 2 menunjukkan rangkaian driver motor yang telah dibuat.



Gambar 2. Rangkaian yang dibuat.

C. Pendekatan Mekanik

Setelah kompensasi nilai kesalahan pada rangkaian elektronika dan *software* telah dimasukkan kedalam program. Pendekatan nilai kesalahan/error yang mungkin terjadi dipersempit kepada mekanisme ulir penggerak. Adapun struktur mekanik yang akan diuji adalah seperti gambar 3.

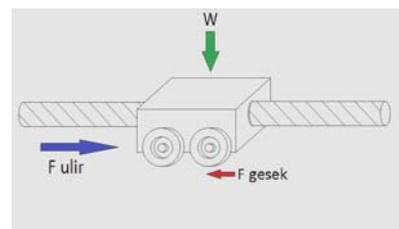


Gambar 3. Struktur mekanik yang akan diuji.

1. Perhitungan daya dan torsi motor pada sumbu X;

Diketahui :

- Beban yang bekerja = 1.5 kg
- Diameter ulir = 6 mm
- Pitch = 1.5 mm
- Koefisien gesek ulir = 0.6
- Koefisien gesek roda = 0.2



Gambar 4. Ilustrasi pembebanan pada penggerak sumbu X.

Assumsi :

- Kecepatan motor yang digunakan adalah 100 rpm.
- beban bergerak translasi dan tidak melawan gaya gravitasi sehingga, gaya yang bekerja pada beban dapat diketahui dengan persamaan sebagai berikut:

$$F = m \cdot g \cdot \mu$$

$$F = 1,5 \times 9,8 \times 0,2$$

$$F = 2,94 \text{ N}$$

Sehingga Torsi pada yang bekerja pada ulir dapat kita ketahui dengan persamaan :

$$T = \frac{F \cdot d_m}{2} \cdot \left(\frac{1 + \mu \cdot d_m}{\pi \cdot d_m - f \cdot l} \right)$$

$$T = \frac{2,94 \times 0,006}{2} \times \left(\frac{1 + (0,2 \times 0,006)}{\pi \cdot (0,006) - (0,6 \times 0,0015)} \right)$$

$$T = 0,00882 \times \left(\frac{2,934}{1,0011} \right)$$

Maka torsi minimum yang diperlukan motor untuk menggerakkan beban adalah :

$$T = 0,0135 \text{ N.m}$$

Daya yang diperlukan :

$$P = \frac{2\pi \cdot n \cdot T}{60} \text{ watt}$$

$$= \frac{2 \times 3,14 \times 100 \times 0,0135}{60}$$

$$= 0,1413 \text{ watt.}$$

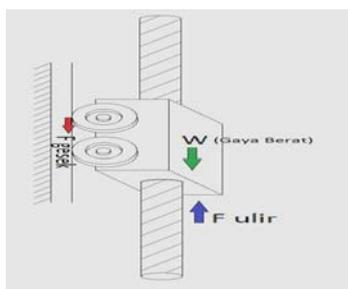
2. Kebutuhan daya dan torsi motor pada sumbu Z;

$$= \frac{2 \times 3,14 \times 100 \times 0,75}{60}$$

$$= 7,8 \text{ watt.}$$

Diketahui :

- Beban yang bekerja = 8 kg
- Diameter ulir = 14 mm
- Pitch = 2 mm
- Koefisien gesek ulir = 0.6
- Koefisien gesek roda = 0.2



Gambar 5. Ilustrasi pembebanan penggerak pada sumbu Z.

Assumsi :

- Kecepatan motor yang digunakan adalah 100 rpm.
- beban maksimum terjadi ketika bergerak vertikal karena pergerakannya melawan pusat gravitasi sehingga dapat kita tulis:

$$F = (m \cdot g) \cdot (1 + \mu)$$

$$F = (8 \times 9,8) \cdot (1 + 0,2)$$

$$F = 94,08 \text{ N}$$

Sehingga Torsi pada yang bekerja pada ulir dapat kita ketahui dengan persamaan :

$$T = \frac{F \cdot d_m}{2} \cdot \left(\frac{1 + \pi \cdot \mu \cdot d_m}{\pi \cdot d_m - f} \right)$$

$$T = \frac{94,08 \times 0,014}{2} \times \left(\frac{1 + (3,14 \times 0,014)}{(2 \times 0,014) - (0,002)} \right)$$

$$T = 0,75264 \times \left(\frac{1,02054}{1,028} \right)$$

Maka torsi minimum yang diperlukan motor untuk menggerakkan beban adalah :

$$T = 0,75 \text{ N.m}$$

Daya yang diperlukan :

$$P = \frac{2\pi \cdot n \cdot T}{60} \text{ watt}$$

Berdasarkan perhitungan diatas didapatkan hasil perhitungan kebutuhan torsi dan daya motor untuk masing-masing sumbu sebagai berikut :

- kebutuhan torsi untuk ulir penggerak sumbu X > 0,0135 N.m
- kebutuhan torsi untuk ulir penggerak sumbu Z > 0,75 N.m

Berdasarkan spesifikasi motor stepper yang mampu menghasilkan torsi sebesar **0,83-0,85 N.m** pada tegangan **6,7 V** dan arus **1 A**. Sehingga perkiraan akhir saat ini beban tersebut masih bisa digerakan oleh motor stepper.

3. Data pengujian

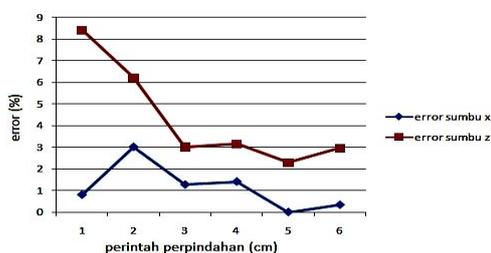
Dari 5 kali percobaan pada uji sistem kendali yang telah dilakukan diperoleh data-data percobaan (terlampir pada lampiran) dan didapatkan nilai rata-rata hasil pengujian adalah sebagai berikut :

Tabel 2. Data pengujian kesalahan rata-rata perpindahan meja kerja dan dudukan kamera.

No. Percobaan	Sumbu yang diperintahkan	Input Perpindahan (cm)	Perpindahan pengukuran (cm)	Persentase error ± (%)
1	Sumbu X	1	1,008	0,8%
2		2	1,94	3%
3		3	3,038	1,2%
4		4	3,944	1,4%
5		5	5	0%
6		6	5,98	0,3%
1	Sumbu Z	1	0,916	8,4%
2		2	1,876	6,2%

3		3	2,91	3%
4		4	3,874	3,1%
5		5	4,886	2,2%
6		6	5,824	2,9%

Adapun grafik yang menggambarkan nilai kesalahan sistem dari hasil pengujian adalah sebagai berikut :



Gambar 6. Grafik persentase kesalahan rata-rata.

Dapat terlihat pada grafik diatas nilai kesalahan pada sumbu x digambarkan dalam grafik warna biru dan sumbu z digambarkan dalam grafik berwarna merah.

Pada gambar 6 memperlihatkan grafik kesalahan rata-rata sistem kendali. terlihat bahwa pada sumbu X, nilai kesalahan terbesar sebesar 3% yaitu pada perintah 2 cm, dan pada sumbu Z sebesar 8,4% yaitu pada perintah 1 cm. Pada sumbu x nilai kesalahan tertinggi yaitu pada perintah 2 cm. dengan kesalahan perpindahan negatif (perpindahan pada dudukan kamera kurang dari nilai perpindahan yang diinginkan atau diperintah). Sedangkan pada pengambilan data selanjutnya, yaitu pada perintah 3 cm, 4 cm, 5 cm, terjadi penurunan. Dan pada perintah 6 cm perpindahan yang terjadi juga lebih kecil dari perintah yang dimasukan. Pada gambar 6 menunjukkan bahwa nilai kesalahan rata-rata dari sumbu X dan Z yang didapatkan masih berada dalam jangkauan toleransi yang ingin dicapai, dimana sistem yang dibuat Sistem dapat bergerak dengan toleransi keakuratan

sampai $\pm 20\%$.

Hal ini bisa dikarenakan telah terjadi kerusakan pada ulir akibat proses perakitan dan pemasangan ulir pada sistem penggerak. kerusakan yang terlihat pada ulir adalah pemanjangan dan penyempitan pitch pada ulir akibat lekukan pada poros ulir terlihat jelas pada sistem penggerak yang telah dibuat. Penyusutan dan pemanjangan ulir akan sangat mempengaruhi nilai keakuratan sistem penggerak yang dibuat. Karena akan menyebabkan putaran ulir tidak lancar dibagian ulir yang mengalami penyempitan pitch. Lekukan pada poros lebih dikarenakan akibat panas selama proses pengelasan saat penyambungan poros ulir dengan poros tambahan untuk bantalan pada poros ulir.

Pada grafik sumbu Z, nilai kesalahan terbesar terjadi pada perintah 1cm kemudian nilainya menurun pada perintah 2 cm, 3 cm, 4 cm, 5 cm, dan 6 cm. Dimana nilai jarak yang terukur yang selalu menunjukkan nilai kesalahan negative atau pengukuran perpindahan pada meja kerja selalu bernilai lebih kecil dari pada perintah yang diberikan kepada sistem. menunjukkan telah terjadinya slip atau missing step. Slip dapat terjadi akibat torsi yang ada pada motor stepper tidak cukup untuk memutar poros ulir. Bila ditinjau secara langsung terlihat bahwa ada beberapa kemungkinan penyebab dari *missing step* yang terjadi diantaranya :

1. Cacat pitch akibat terkena percikan las selama proses perakitan.
2. Pemasangan poros roda penggerak meja yang tidak lurus, menyebabkan salah satu roda tidak menempel pada rel.

KESIMPULAN DAN SARAN

Setelah melakukan pengujian dan pengambilan data yang diperoleh berdasarkan prosedur pengujian yang telah dibuat, Dari pengujian dan pengukuran yang telah dilakukan, didapatkan nilai kesalahan terbesar untuk

masing-masing sumbu masih dibawah 20% yaitu 3% pada sumbu x dan 8,4% pada sumbu z. Nilai kompensasi jumlah step yang diberikan pada sistem yang dibuat adalah 2 kali lipat dari jumlah step yang ideal. Beberapa penyebab nilai kesalahan ditinjau dari pendekatan mekanik yang telah dilakukan, adalah karena cacat pada pitch ulir akibat terkena percikan las pada saat perakitan dan pemasangan roda yang tidak sejajar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] *Diktat kuliah(2009) : mekatronika*. Teknik Mesin Universitas Lampung. Bandar Lampung
- [2] Grover, Mikell. P. 1986. *Automation, production systems, and computer integrated manufacturing, first edition*. Prentice Hall. New Jersey.
- [3] Michael. B. Hstand, David G. Alciatore. (1999). *“Introduction to Mechatronics and Measurement System”*. The McGraw-Hill. Singapore.
- [4] Ogata, K(1997). *“Teknik Kontrol Automatik”*. Jilid 1. Erlangga: Jakarta.
- [5] Joseph E. Shigley, Charles R. Mischke. (2001). *“Standard handbook of machine design”*.The McGraw-Hill. Singapore.
- [6] Yuwaldi away, 2006. *“Sistem visual terpadu untuk proses inspeksi dalam industri ”*. Universitas Syiah Kuala Darussalam: Banda Aceh.