

## RANCANG BANGUN SISTEM KENDALI PENGGERAK *FLYING* MODE PADA PROBE ULTRASONIC TEST

- 1) Staf Pengajar Jurusan  
Teknofisika Nuklir Sekolah  
Tinggi Teknologi Nuklir  
Yogyakarta,
- 2) Alumni Mahasiswa Jurusan  
Teknofisika Nuklir Sekolah  
Tinggi Teknologi Nuklir  
Yogyakarta

Corresponding email <sup>1\*)</sup> :  
bsuhendro@batan.go.id

Received: 10-10-2019  
Accepted: 13-11-2019  
Published: 28-12-2019

©2019 Politala Press.  
All Rights Reserved.

**Budi Suhendro<sup>1\*)</sup>, Ahmad Rahmadya A.<sup>1)</sup>, Muhammad Khoiri<sup>2)</sup>**

**Abstrak.** Pengujian material dengan NDT di bidang industri saat ini masih menggunakan probe ultrasonic test secara manual. Pada penelitian ini dilakukan pembuatan sistem kontrol penggerak pada probe ultrasonic test dengan menggunakan prinsip computer numeric control (CNC) 3 axis yaitu x, y, dan z. Pergerakan 3 sumbu tersebut menggunakan motor stepper dan perangkat keras Arduino yang dikontrol oleh LabVIEW guna memberi input sekaligus memberikan hasil pergerakan pada motor stepper. Hasil pengujian mode kecepatan 3 menunjukkan nilai RMSE mendekati nilai 0 yang artinya bahwa semakin nilai RMSE kecil maka data tersebut memiliki kemiripan dengan nilai setpoint yang diinginkan.

**Kata Kunci :** Aluminum, pengelasan, FSW

**Abstract.** Testing materials with NDT in industrial fields still uses ultrasonic test probes manually. This study proposes designing a control system for the probe ultrasonic test using the principle of computer numeric control (CNC) 3 axis, namely x, y, and z. The movement of the 3 axes is using a stepper motor and Arduino hardware which is controlled by LabVIEW to provide input while providing the results of movement on the stepper motor. The result of testing the speed mode 3 shows that the RMSE value is close to 0, which means that the smaller the RMSE value, the data has similarities to the desired setpoint value.

**Keywords :** flying mode, stepper motor, computer numeric control

To cite this article at <https://doi.org/10.34128/je.v6i2.109>

### 1. Pendahuluan

*Ultrasonic Test* (UT) merupakan suatu metode Non Destructive Test (NDT) yang menggunakan energi suara frekuensi tinggi untuk melakukan proses pengujian atau proses pengukuran [1], (2014). Gelombang *ultrasonic* dapat ditimbulkan oleh perubahan energi listrik ke energi mekanik dari suatu transduser yang disebut probe, melalui efek piezoelektrik. Efek tersebut dapat digunakan untuk mengukur ketebalan dari berbagai jenis material logam maupun non logam dengan cara melakukan pengujian cukup dari satu sisi. Dalam hal ini material logam merupakan penghantar gelombang suara yang baik. Kebanyakan pemeriksaan ultrasonic dilakukan pada frekuensi antara 0,5 dan 25 MHz – jauh di atas kisaran pendengaran manusia, yaitu sekitar 20 Hz hingga 20 KHz. Gelombang suara menjelajah melalui material dengan beberapa penghambat energi yang hilang (redaman) karena karakteristik material atau diukur setelah refleksi [2]. *Ultrasonic Testing* (UT) seringkali digunakan pada bidang industri terutama untuk meningkatkan hasil produksi dengan kualitas yang baik serta mempunyai daya saing yang lebih tinggi. Untuk memeriksa tebal bahan dan adanya cacat di dalam suatu bahan dengan gelombang ultrasonik dapat dilakukan dengan tiga cara yaitu teknik resonansi, teknik transmisi, dan teknik gema [3]. Teknik gema salah satu teknik untuk menginspeksi suatu material dengan gelombang *ultrasonic*, teknik ini dapat digunakan untuk mengetahui tebal bahan, lokasi dan besarnya cacat yang diperoleh dari waktu rambat dan amplitudo gelombang yang diterima oleh probe.

Kondisi saat ini industri yang menerapkan metode UT untuk inspeksi material, pada umumnya dalam menguji material telah menggunakan probe kecil (tipe terbaru). Timbul permasalahan baru ketika material yang diuji memiliki permukaan yang luas dan inspeksi yang dilakukan masih secara manual maka bisa dipastikan hasil pengujian kurang optimal, hal ini dikarenakan terbatasnya kemampuan manusia dalam hal

kecepatan, ketelitian tertentu, dan terbatasnya waktu kerja. Untuk mengatasi masalah tersebut, maka perlu dibuat alat bantu yang mampu menggerakkan probe UT agar dapat menyisir permukaan material secara keseluruhan, sehingga mampu mengefisienkan waktu dan tenaga.

Metode *flying mode* adalah metode fungsi akuisisi data dalam program sistem yang bergantung pada sistem pewaktuan. Sistem tersebut memungkinkan scanning berjalan otomatis dengan laju pembacaan yang lambat sehingga posisi cacat bisa ditemukan dan terlihat.. Sistem yang diterapkan dalam mesin CNC yang menggerakkan 3 sumbu yakni x, y, dan z, pada material uji yang digerakkan secara otomatis di permukaan luas maupun kecil sehingga mampu menyisir permukaan material secara keseluruhan. Oleh karena itu, perlu diusulkan sebuah penelitian tentang “Rancangbangun Kontrol Sistem Penggerak Flying Mode pada Probe UT”.

## 2. Metodologi

Penelitian ini meliputi tiga kegiatan utama yaitu pembuatan Hardware, perangkat lunak, dan pengujian. Penelitian ini dikerjakan di laboratorium Instrumentasi Kendali program studi Elektronika Instrumentasi - STTN. Adapun Peralatan dan bahan yang digunakan dalam pengujian adalah sebagai berikut:

- Software LabVIEW
- Hardware Arduino MEGA
- Probe ultrasonic test
- Motor *stepper* NEMA 17 Hybrid.
- Driver motor TB 6600.
- Power Supply 24 V 5 A.
- Adaptor 12V
- Kabel
- *Couplant*
- Plat material
- Panel Box

### Prosedur Pengujian

#### Penentuan mode kecepatan

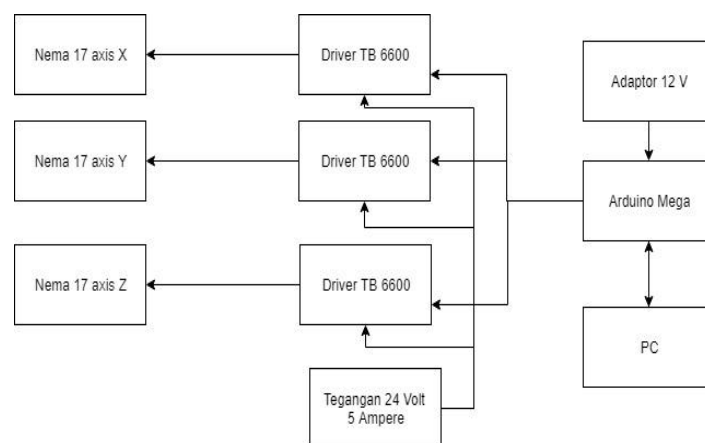
Mode kecepatan dibuat mempunyai 3 mode. Penentuan tiap mode dilakukan dengan cara memvariasikan nilai frekuensi yaitu dengan menggunakan waktu tetap. Mode 1 pada motor stepper axis X menggunakan frekuensi 9400 Hz dengan waktu iterasi 400 diperoleh 14 putaran sedangkan motor stepper axis Y menggunakan frekuensi 1300 Hz dengan waktu iterasi 400 di peroleh 14 putaran. Mode 2 pada motor stepper axis X menggunakan frekuensi 6700 Hz dengan waktu iterasi 400 diperoleh 10 putaran, sedangkan motor stepper axis Y menggunakan frekuensi 1100 Hz dengan waktu iterasi 400 diperoleh 12 putaran.

Mode 3 pada motor stepper axis X menggunakan frekuensi 5400 Hz dengan waktu iterasi 400 diperoleh 8 putaran, sedangkan motor stepper axis Y menggunakan frekuensi 1000 Hz diperoleh 10 putaran.

#### Perancangan rangkaian elektronik kontrol sistem penggerak

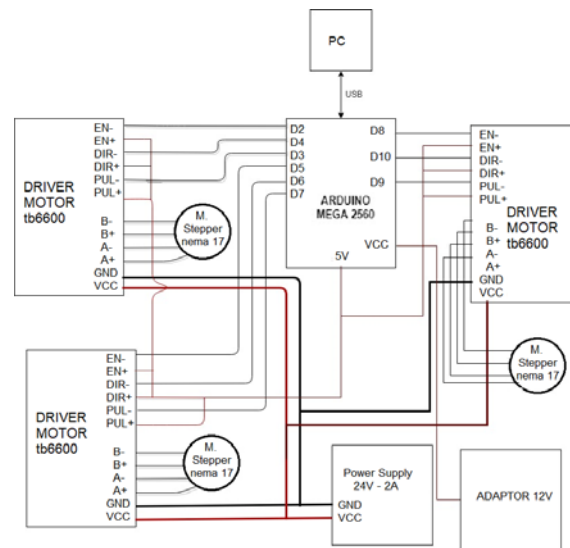
Mengidentifikasi sinyal masukan dan sinyal keluaran yang diperlukan sehingga diketahui jumlah pin yang akan digunakan.

Pada tahap ini dilakukan perancangan dan pembuatan perangkat lunak sistem penggerak motor stepper yang akan digunakan. Pada Gambar 1 menunjukkan blok diagram sistem yang akan dibuat.



Gambar 1. Blok diagram sistem

Langkah selanjutnya dalam perancangan rangkaian sistem kontrol penggerak probe UT dapat dilihat pada Gambar 2.



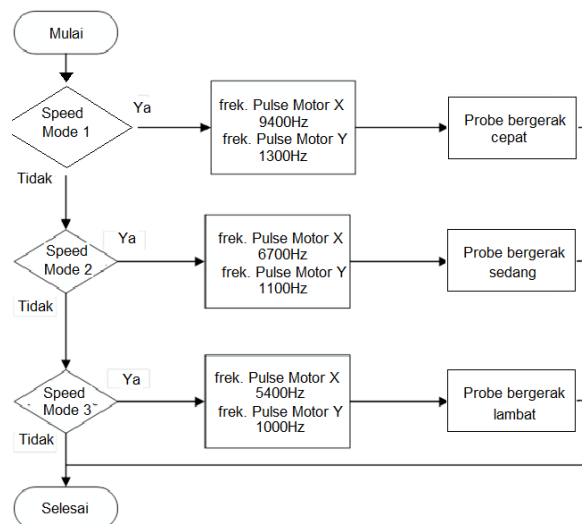
Gambar 2. Diagram skematik perangkat lunak sistem penggerak probe UT

### Pembuatan program

Langkah penelitian berikutnya adalah proses pembuatan program dengan memasukkan beberapa perintah controller di dalam LabVIEW dengan menggunakan hardware Arduino.

Pergerakan probe terdapat 3 mode kecepatan yaitu mode kecepatan 1 (cepat), mode kecepatan 2 (sedang) dan mode kecepatan 3 (lambat), untuk menggerakkan probe dapat dilakukan secara manual untuk menentukan titik start, dan untuk melakukan proses scanning dapat dilakukan dengan cara automatic.

Selanjutnya di dalam software dapat diatur mode kecepatan dengan cara memilih pada speed of mode, pada program LabVIEW terdapat algoritma mode kecepatan yang ditunjukkan pada Gambar 3.

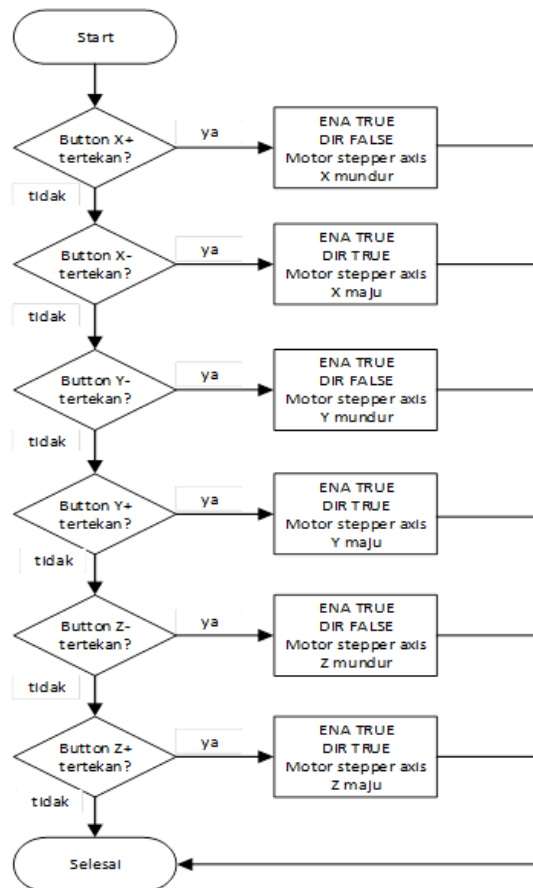


Gambar 3. Diagram alir *speed of mode*

Pergerakan probe terdapat 3 mode kecepatan yaitu mode kecepatan 1 (cepat), mode kecepatan 2 (sedang) dan mode kecepatan 3 (lambat), untuk frekuensi yang digunakan pada mode kecepatan 1 yaitu 9400 Hz untuk menggerakkan motor stepper X, dan frekuensi 1300 Hz untuk menggerakkan motor stepper Y. Selanjutnya pada mode kecepatan sedang motor X menggunakan frekuensi 6700 Hz, dan motor stepper Y menggunakan frekuensi 1100 Hz. Pada mode kecepatan 3 motor stepper X menggunakan frekuensi 5400 Hz, sedangkan motor stepper Y menggunakan frekuensi 1000 Hz.

Pengaturan titik awal dapat dilakukan secara manual dengan menekan tombol pada program LabVIEW, Algoritma pergerakan secara manual dapat dijelaskan pada Gambar 4.

Pengaturan titik awal atau titik start dapat dilakukan dengan menekan tombol X- untuk menggerakkan mundur pada motor stepper axis X, X+ untuk menggerakkan maju pada motor stepper axis X.



Gambar 4. Pergerakan secara manual

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### Hasil pengujian jarak sebenarnya dengan posisi akhir

Tabel 1. Hasil pengujian perbandingan posisi sebenarnya dengan nilai akhir untuk ukuran 10 x 10 cm menggunakan mode kecepatan = 1

NO	X (cm)	Y (cm)	Nilai akhir x (cm)	Nilai akhir y (cm)
1	10,1	9,4	10	10
2	10	10	10	10
3	10	9,6	10	10
4	10	9,9	10	10
5	10	10	10	10
6	9,8	9,8	10	10
7	10,1	9,8	10	10
8	10	9,8	10	10
9	10	9,5	10	10
10	10	9,8	10	10
Rata-Rata	10	9,76		

Berdasarkan Tabel 1. data pengujian perbandingan posisi sebenarnya dengan nilai akhir untuk motor stepper axis X dapat dikatakan akurat, walaupun pada percobaan 1 dan 7 memiliki nilai selisih sedikit yaitu 0,1 cm, pada percobaan 6 memiliki nilai selisih kurang dari nilai akhir yaitu 9,8. Namun jika dijumlahkan dan di rata-rata pergerakan motor stepper X sama dengan nilai akhir yang diinginkan. Untuk motor stepper axis Y masih belum dikatakan akurat dikarenakan hasil pergerakan motor stepper Y tidak sama dengan nilai akhir yang diberikan. Adapun hasil rata-rata pergerakan motor stepper axis Y yaitu 9,76 cm.

**Tabel 2.** Hasil pengujian perbandingan posisi sebenarnya dengan nilai akhir untuk ukuran 10 x 10 cm menggunakan mode kecepatan = 2

No	X (cm)	Y (cm)	Nilai akhir (cm)	Nilai akhir y (cm)
1	10	9,3	10	10
2	10	10,1	10	10
3	10	10,1	10	10
4	10	10	10	10
5	10	9	10	10
6	10	9	10	10
7	10	9,5	10	10
8	10	9,9	10	10
9	10	9,9	10	10
10	10	9,4	10	10
Rata-rata	10	9,62		

Berdasarkan Tabel 2. data pengujian perbandingan posisi sebenarnya dengan nilai akhir untuk motor stepper axis X dapat dikatakan akurat dikarenakan hasil rata-rata pergerakan motor stepper X sama dengan nilai akhir yang diinginkan. Untuk motor stepper axis Y masih belum dikatakan akurat dikarenakan hasil pergerakan motor stepper Y tidak sama dengan nilai akhir yang diberikan. Adapun hasil rata-rata pergerakan motor stepper axis Y yaitu 9,62 cm.

**Tabel 3.** Hasil pengujian perbandingan posisi sebenarnya dengan nilai akhir Untuk ukuran 10 x 10 cm menggunakan mode kecepatan = 3

No	X (cm)	Y (cm)	Nilai akhir x (cm)	Nilai akhir y (cm)
1	10	9,8	10	10
2	10	10	10	10
3	10	9,8	10	10
4	10	9,8	10	10
5	10	10	10	10
6	10	10	10	10
7	10	10	10	10
8	10	10	10	10
9	10	9,8	10	10
10	10	9,5	10	10
Rata-rata	10	9,87		

Berdasarkan Tabel 3. data pengujian perbandingan posisi sebenarnya dengan nilai akhir untuk motor stepper axis X dapat dikatakan akurat dikarenakan hasil rata-rata pergerakan motor stepper X sama dengan nilai akhir yang diinginkan. Untuk motor stepper axis Y masih belum dikatakan akurat dikarenakan hasil pergerakan motor stepper Y tidak sama dengan nilai akhir yang diberikan. Adapun hasil rata-rata pergerakan motor stepper axis Y yaitu 9,87 cm.

### Hasil pengujian RMSE

**Tabel 4.** Hasil Perhitungan RMSE mode kecepatan 1

No	Nilai akhir X (X)	Nilai akhir Y (Y)	X (X')	Y (Y')	(X'-X)	(X' - X) <sup>2</sup>	(Y'-Y)	(Y' - Y) <sup>2</sup>
1	10	10	10,1	9,4	0,1	0,01	-0,6	0,36
2	10	10	10	10	0	0	0	0
3	10	10	10	9,6	0	0	-0,4	0,16
4	10	10	10	9,9	0	0	-0,1	0,01
5	10	10	10	10	0	0	0	0
6	10	10	9,8	9,8	-0,2	0,04	-0,2	0,04
7	10	10	10,1	9,8	0,1	0,01	-0,2	0,04
8	10	10	10	9,8	0	0	-0,2	0,04
9	10	10	10	9,5	0	0	-0,5	0,25
10	10	10	10	9,8	0	0	-0,2	0,04
Rata-Rata						0,006		0,094

Dengan menggunakan data pada Tabel 4. Hasil perhitungan RMSE mode kecepatan 1, bahwa nilai pada motor stepper axis X memiliki nilai rata-rata 0,006 yang dapat diartikan bahwa nilai motor stepper axis X memiliki selisih dengan nilai nilai akhir yaitu 0,006, untuk nilai motor stepper axis Y memiliki nilai lebih tinggi yaitu 0,094, namun masih dapat dikatakan memiliki kemiripan dengan nilai akhir yang diinginkan. Hal ini sesuai teori bahwa semakin besar nilai RMSE yang diperoleh maka semakin besar perbedaan dengan nilai nilai akhir yang di inginkan.

**Tabel 5.** Hasil Perhitungan RMSE mode kecepatan 2

No	Nilai akhir X (X)	Nilai akhir Y (Y)	X (X')	Y (Y')	(X'-X)	(X' - X) <sup>2</sup>	(Y'-Y)	(Y' - Y) <sup>2</sup>
1	10	10	10	9,3	0	0	-0,7	0,49
2	10	10	10	10,1	0	0	0,1	0,01
3	10	10	10	10,1	0	0	0,1	0,01
4	10	10	10	10	0	0	0	0
5	10	10	10	9	0	0	-1	1
6	10	10	10	9	0	0	-1	1
7	10	10	10	9,5	0	0	-0,5	0,25
8	10	10	10	9,9	0	0	-0,1	0,01
9	10	10	10	9,9	0	0	-0,1	0,01
10	10	10	10	9,4	0	0	-0,6	0,36
Rata-rata						0		0,314

Dengan menggunakan data pada Tabel 5. Hasil perhitungan RMSE mode kecepatan 2, bahwa nilai pada motor stepper axis X memiliki nilai rata-rata 0 yang dapat diartikan bahwa nilai motor stepper axis X memiliki kemiripan dengan nilai nilai akhir, untuk nilai motor stepper axis Y memiliki nilai lebih tinggi yaitu 0,314, namun masih dapat dikatakan memiliki kemiripan dengan nilai akhir yang diinginkan. Hal ini sesuai teori bahwa semakin besar nilai RMSE yang diperoleh maka semakin besar perbedaan dengan nilai nilai akhir yang di inginkan.

**Tabel 6.** Hasil Perhitungan RMSE mode kecepatan 3

No	set point X (X)	set point Y (Y)	X (X')	Y (Y')	(X'-X)	(X' - X) <sup>2</sup>	(Y'-Y)	(Y' - Y) <sup>2</sup>
1	10	10	10	9,8	0	0	-0,2	0,04
2	10	10	10	10	0	0	0	0
3	10	10	10	9,8	0	0	-0,2	0,04
4	10	10	10	9,8	0	0	-0,2	0,04
5	10	10	10	10	0	0	0	0
6	10	10	10	10	0	0	0	0
7	10	10	10	10	0	0	0	0
8	10	10	10	10	0	0	0	0
9	10	10	10	9,8	0	0	-0,2	0,04
10	10	10	10	9,5	0	0	-0,5	0,25
Rata-rata						0		0,041

Hasil perhitungan RMSE mode kecepatan 3 pada Tabel 6. diketahui bahwa nilai pada motor stepper axis X memiliki nilai rata-rata 0 yang dapat diartikan akurat karena nilai pergerakan motor stepper axis X dengan nilai nilai akhir sama, untuk nilai motor stepper axis Y memiliki nilai selisih sedikit yaitu 0,041 namun masih dapat dikatakan akurat dengan nilai akhir yang diinginkan. Hal ini sesuai teori bahwa semakin besar nilai RMSE yang diperoleh maka semakin besar perbedaan dengan nilai nilai akhir yang diinginkan.

#### 4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan bahwa telah dapat dirancang software sistem penggerak Flying Mode pada probe UT menggunakan perangkat keras Arduino MEGA dan antarmuka LabVIEW dengan cara menyisir permukaan material secara keseluruhan yang memiliki ukuran panjang 30 cm, lebar 30 cm, serta tebal 10 cm. Pada pengujian RMSE dan pengujian perbandingan posisi jarak sebenarnya dengan nilai akhir yang telah dilakukan untuk memperoleh tingkat akurasi yang tinggi dapat menggunakan mode kecepatan 3 kecepatan lambat memiliki spesifikasi pergerakan motor stepper 14,4 mm/s dengan menggunakan frekuensi pada motor axis X yaitu 5400 Hz dan pada motor axis Y yaitu 1000 Hz, adapun hasil dari pengujian mode kecepatan 3 memiliki selisih antara nilai akhir dengan jarak sebenarnya pada motor stepper axis X dan Y adalah 0 dan 0,041.



## 6. Saran

Saran yang dapat diajukan untuk menyempurnakan yang telah dilakukan dalam penelitian ini, yaitu: dari sisi mekanik perlu penambahan seperti pegas dan pemegang probe yang layak sehingga dalam melakukan scanning pada plat material dapat lebih berjalan dengan lancar.

## Daftar Pustaka

- [1] Taufan, F. A. (2014). Rancang Bangun Otomasi Mekani Pemeriksaan Pipa dengan Ultrasonic Test (Tugas Akhir). Sekolah Tinggi Teknologi Nuklir.
- [2] Hijazi, A. (2018). Hijazi, A., 2018. Ultrasonic testing. *Introduction to Non-Destructive Testing Techniques*, p. 1.
- [3] Busono, P. Dkk. (2016). Pengukuran Ketebalan Pipa Pendingin untuk Pemantauan Aspek Penuaan Pipa Pendingin Sekunder PRSG-GAS. Prosiding Seminar Nasional Teknologi dan Aplikasi Reaktor Nuklir PRSG

