

Rancang Bangun Sistem Pengukur Jarak Pada Mesin Produksi Berpenggerak *Leadscrew* T8 Menggunakan *Rotary Encoder* KY-040

MUFID NAAFIAN^{1*}, NIKEN SYAFITRI²

^{1,2}Teknik Elektro Institut Teknologi Nasional Bandung
Email: mufidn18@gmail.com

Received 21 08 2023 | Revised 28 08 2023 | Accepted 28 08 2023

ABSTRAK

Pengukuran merupakan aspek penting dalam proses produksi, pengembangan alat ukur berupa alat ukur digital sangat dibutuhkan guna menyokong efektifitas proses produksi pada sektor industri. Dalam penelitian ini dirancang sebuah sistem alat ukur jarak yang dipasang pada mesin produksi seperti bubut, frais, dan bor untuk membaca perpindahan jarak dari pisau pahat dari masing-masing mesin tersebut. Rotary Encoder KY-040 akan digunakan dan terpasang dengan as penggerak dan engkol menggunakan kopel pada mesin produksi, sehingga dapat berputar sesuai dengan gerak arah putaran engkol. Pengukuran pada tiga jarak referensi berbeda menghasilkan tingkat akurasi dan presisi sistem yang bervariasi, dengan rata-rata presisi terkecil 0,02 (interval 1 mm) dan terbesar 4,46 (interval 10 mm) sedangkan rata-rata akurasi terkecil 0,03 (interval 1 mm) dan terbesar 6,43 (interval 10 mm). Hasil jarak terukur akan ditampilkan pada layar LCD sehingga operator mesin produksi dapat membaca jarak terukur secara langsung.

Kata kunci: *Arduino UNO, LCD, mesin produksi, Pengukuran, Rotary Encoder KY-040.*

ABSTRACT

Measurement is an important aspect in production process, development of digital measuring tools is really useful for supporting the effectiveness of the production process in industry sector. In this research, distance measuring tools is designed and attached to production machines such as lathe, milling, and drill to read the distance displacement from chisel blades to each of these machines. Rotary Encoder KY-040 will be used and installed with countershaft and level by using coupling on production machines so it can rotate according to the direction of coupling rotation. The measurement on three different references produce different accuracy level and precision. The smallest average precision is 0.02 (interval 1 mm), the biggest average precision is 4.46 (interval 10 mm) while the smallest average accuracy is 0.03 (interval 1 mm) and the biggest accuracy is 6.43 (interval 10 mm). The result of the measured distance will be displayed on LCD screen so production machine operator can read measured distance directly and easily.

Keywords: *Arduino UNO, LCD, Measurement, production machine, Rotary Encoder KY-040*

1. PENDAHULUAN

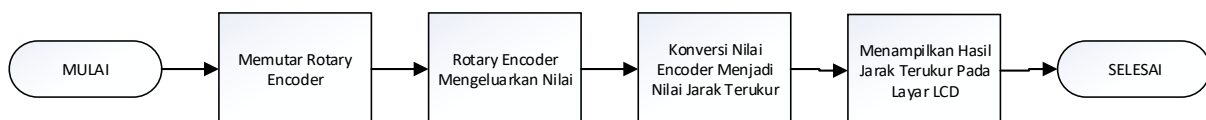
Pengukuran pada suatu sistem produksi sangatlah dibutuhkan, baik dalam produksi massal maupun kecil. Karena dibutuhkan hasil dari proses produksi tersebut berupa barang yang sesuai ukuran, akurat, dan presisi demi menunjang kebutuhan konsumen. Pengukuran yang umum dilakukan pada proses produksi berupa pengukuran panjang, lebar, tinggi, diameter dan sebagainya (**Wahyudi, 2015**). Contoh pengukuran panjang pada suatu sistem produksi antara lain, pengukuran pemakanan mata pisau pada mesin *lathe* (bubut), dalamnya jarak pengeboran pada mesin *drilling* (bor), dan perpindahan jarak meja pada mesin *milling* (frais) (**Kencanawati, 2017**). Menggunakan as drat/ulir sebagai penggerak, yang mana as drat/ulir tersebut ialah suatu bentuk profil yang dipakai dalam bidang pemesinan untuk mengubah gerakan sudut menjadi gerakan linier dan ulir gerak yang ada dalam suatu konstruksi digunakan sebagai pemindah daya (**Ady, 2015**).

Dengan menggunakan perangkat *Rotary Encoder* dan Arduino UNO sebagai komponen alat pengukuran, nilai pengukuran pada mesin-mesin produksi yang menggunakan penggerak as drat/ulir bisa diketahui ketika berputar. Dengan memutar engkol *shaft* pada mesin, as drat/ulir akan berputar menggerakkan mata pisau, mata bor, meja mesin *milling* serta perangkat *Rotary Encoder* tersebut sehingga menghasilkan nilai keluaran yang diproses sehingga dapat menunjukkan jarak perpindahan ataupun pemakanan yang dilakukan. Dengan dilakukannya pengujian terhadap perangkat *Rotary Encoder* ini, diharapkan perangkat tersebut tidak hanya dapat digunakan pada proses produksi, tetapi dapat digunakan untuk kepentingan bidang elektronika lainnya.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Diagram Alir Penelitian

Secara umum, sistem pengukuran jarak menggunakan *rotary encoder* KY-040 dapat digambarkan oleh blok diagram pada Gambar 1. Data yang dikeluarkan oleh *rotary encoder* berupa gelombang sinyal kotak yang dihasilkan oleh perputaran lempengan yang ada di dalam perangkat *rotary encoder* tersebut (**Eitel, 2014**). Nilai tersebut didapatkan dengan cara memutar *rotary encoder* sesuai dengan arah keinginan. Kemudian *rotary encoder* dihubungkan dengan as drat/ulir serta tuas engkol penggerak, sehingga dapat menggerakkan jarum penunjuk jarak maju dan mundur untuk menunjukkan jarak yang terukur. Nilai data yang diambil berupa nilai jarak yang terukur serta nilai asli *output* dari *rotary encoder*. Pengelohan nilai *output* dari *rotary encoder* menjadi nilai jarak yang terukur dilakukan oleh *microcontroller* Arduino UNO yang kemudian hasil pengolahan nilai tersebut akan ditampilkan di layar menggunakan LCD 16x2 I2C.

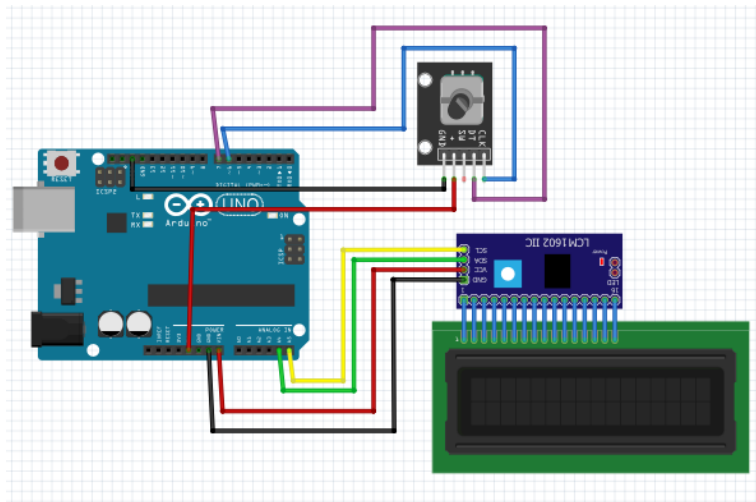


Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Gambar 1 merupakan proses yang dilakukan dalam pembuatan makalah terkait rancang bangun sistem pengukur jarak pada mesin produksi

2.2. Perancangan Rangkaian Sistem Pengukuran

Untuk pengkabelan perangkat keras pada sistem pengukuran mesin produksi dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pengkabelan Rangkaian



Gambar 3. Sistem Pengukuran

Gambar 3 merupakan perancangan sistem pengukuran yang sudah dibuat. Dengan Arduino UNO sebagai *microcontroller* yang digunakan untuk mengolah nilai *output* dari *rotary encoder* menjadi nilai jarak terukur, pengkabelan rangkaian ditunjukkan oleh Gambar 2 dimana penggunaan pin pada Arduino UNO sebanyak dua buah pin digital yaitu pin 6 dan pin 7 untuk membaca nilai dari *rotary encoder*, kemudian dua buah pin analog yaitu pin A4 dan A5 untuk menampilkan nilai jarak terukur pada *display* LCD 16x2 I2C.

Nilai *output* *rotary encoder* akan diproses untuk menentukan arah putaran yang akan berpengaruh terhadap nilai yang terukur. Ketika nilai pin A berbeda dengan nilai pin B, maka sistem akan mendeteksi putaran searah jarum jam. Sedangkan jika nilai pin A dan pin B sama, maka sistem akan mendeteksi putaran berlawanan jarum jam. Fungsi dari mengetahui arah putaran ini yaitu menentukan apakah jarak yang terbaca bertambah atau berkurang sesuai dengan pergerakan maju atau mundur dari sistem (Nedelkovski, 2016).

Nilai jarak yang tertampil di display LCD merupakan hasil konversi dari nilai *output rotary encoder* dengan menggunakan perhitungan :

$$\text{Jarak} = 0,2 \times \text{Nilai Encoder} \quad (1)$$

Dimana 0,2 adalah konstanta yang didapatkan dari perbandingan banyaknya step rotasi

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Data Pengukuran

Gambar 4 menunjukkan proses pengukuran yang dilakukan. Pengukuran dilakukan sebanyak tiga kali dengan banyak data setiap pengukuran sebanyak dua puluh data. Pertama pengukuran 0-20 mm dengan interval 1mm, kedua pengukuran 0-100 mm dengan interval 5 mm, dan yang ketiga pengukuran 0-200 mm dengan interval 10 mm. Pengambilan data diambil masing-masing tiga kali pengulangan maju dan mundur. Semua data yang terukur akan dibandingkan dengan nilai referensi pada penggaris serta perhitungan nilai asli untuk *rotary encoder*. Ketelitian pengukuran yang digunakan sebesar 1 mm, berdasarkan dengan kemampuan baca alat ukur penggaris sebagai nilai referensi.



Gambar 4. Proses Pengukuran

3.2. Data Hasil Perhitungan Jarak

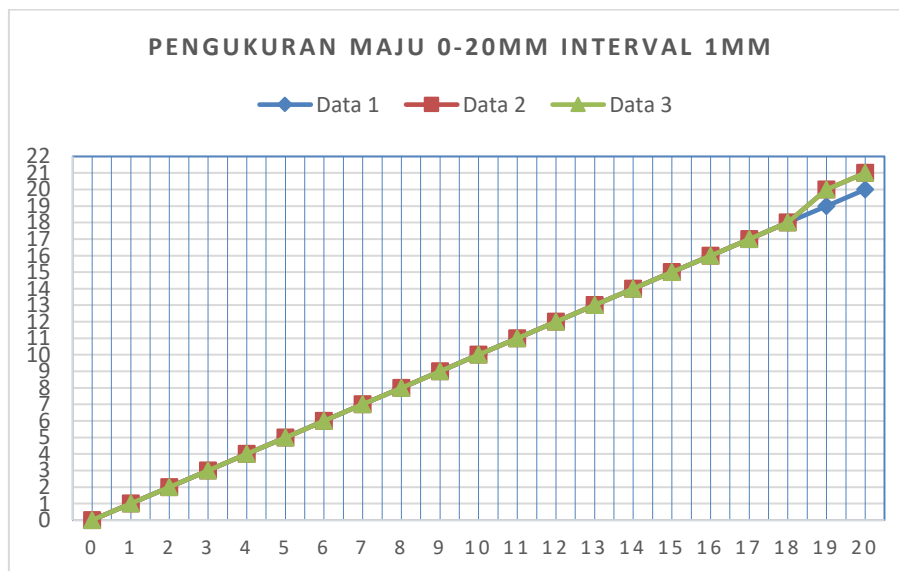
Data hasil pengukuran jarak yang ditunjukkan pada Tabel 1 hingga Tabel 3.

Tabel 1. Data Pengukuran 0-20 mm Interval 1 mm

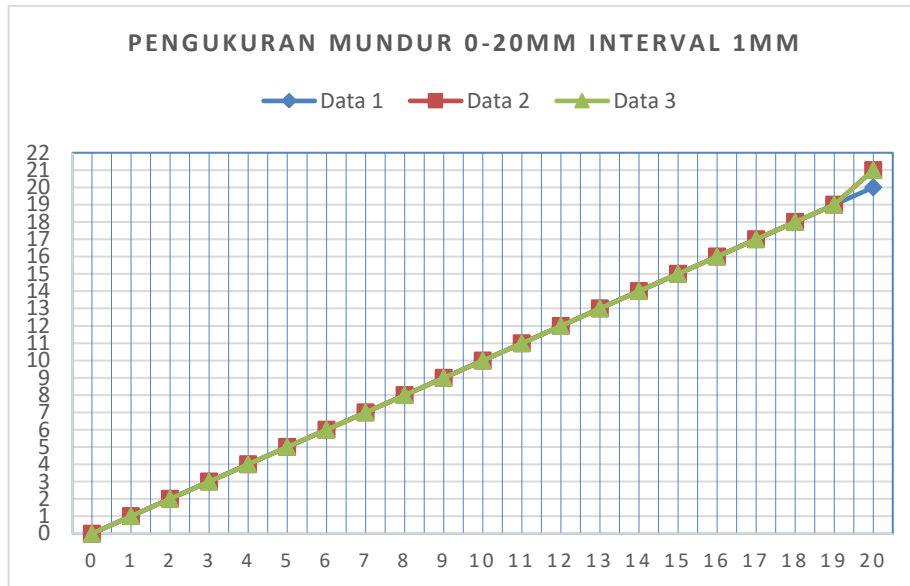
NILAI REFERENSI	PENGUKURAN 1		PENGUKURAN 2		PENGUKURAN 3	
	MAJU	MUNDUR	MAJU	MUNDUR	MAJU	MUNDUR
0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7	7

NILAI REFERENSI	PENGUKURAN 1		PENGUKURAN 2		PENGUKURAN 3	
	MAJU	MUNDUR	MAJU	MUNDUR	MAJU	MUNDUR
8	8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9	9
10	10	10	10	10	10	10
11	11	11	11	11	11	11
12	12	12	12	12	12	12
13	13	13	13	13	13	13
14	14	14	14	14	14	14
15	15	15	15	15	15	15
16	16	16	16	16	16	16
17	17	17	17	17	17	17
18	18	18	18	18	18	18
19	19	19	20	19	20	19
20	20	20	21	21	21	21

Berdasarkan data Tabel 1 didapatkan hasil nilai pengukuran maju dan nilai pengukuran mundur 0-20 mm interval 1 mm seperti ditunjukkan pada Gambar 5 dan Gambar 6.



Gambar 5. Grafik Pengukuran Maju 0-10 mm Interval 1 mm

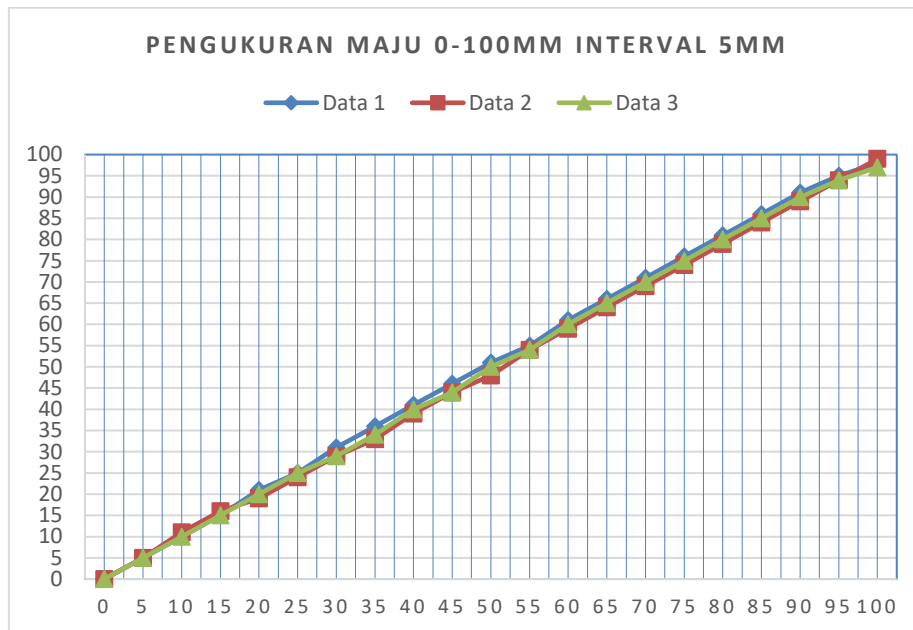


Gambar 6. Grafik Pengukuran Mundur 0-10 mm Interval 1 mm

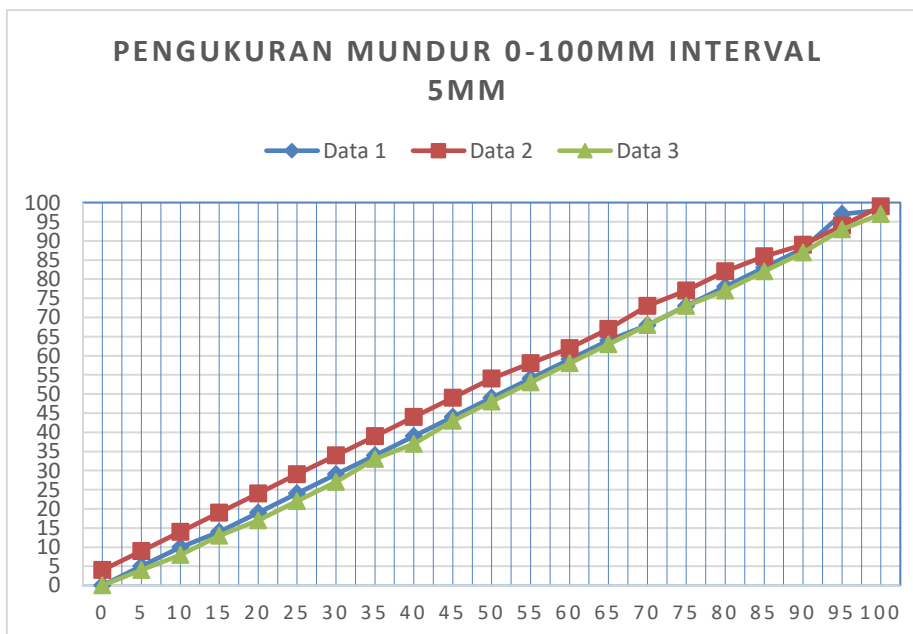
Tabel 2. Data Pengukuran 0-100 mm Interval 5 mm

NILAI REFERENSI	PENGUKURAN 1		PENGUKURAN 2		PENGUKURAN 3	
	MAJU	MUNDUR	MAJU	MUNDUR	MAJU	MUNDUR
0	0	0	0	4	0	0
5	5	5	5	9	5	4
10	10	10	11	14	10	8
15	15	14	16	19	15	13
20	21	19	19	24	20	17
25	25	24	24	29	25	22
30	31	29	29	34	29	27
35	36	34	33	39	34	33
40	41	39	39	44	40	37
45	46	44	44	49	44	43
50	51	49	48	54	50	48
55	55	54	54	58	54	53
60	61	59	59	62	60	58
65	66	64	64	67	65	63
70	71	68	69	73	70	68
75	76	73	74	77	75	73
80	81	78	79	82	80	77
85	86	83	84	86	85	82
90	91	88	89	89	90	87
95	95	97	94	94	94	93
100	98	98	99	99	97	97

Berdasarkan data Tabel 2 didapatkan hasil nilai pengukuran maju dan nilai pengukuran mundur 0-100mm interval 5mm seperti seperti ditunjukkan pada Gambar 7 dan Gambar 8.



Gambar 7. Grafik Pengukuran Maju 0-100 mm Interval 5 mm



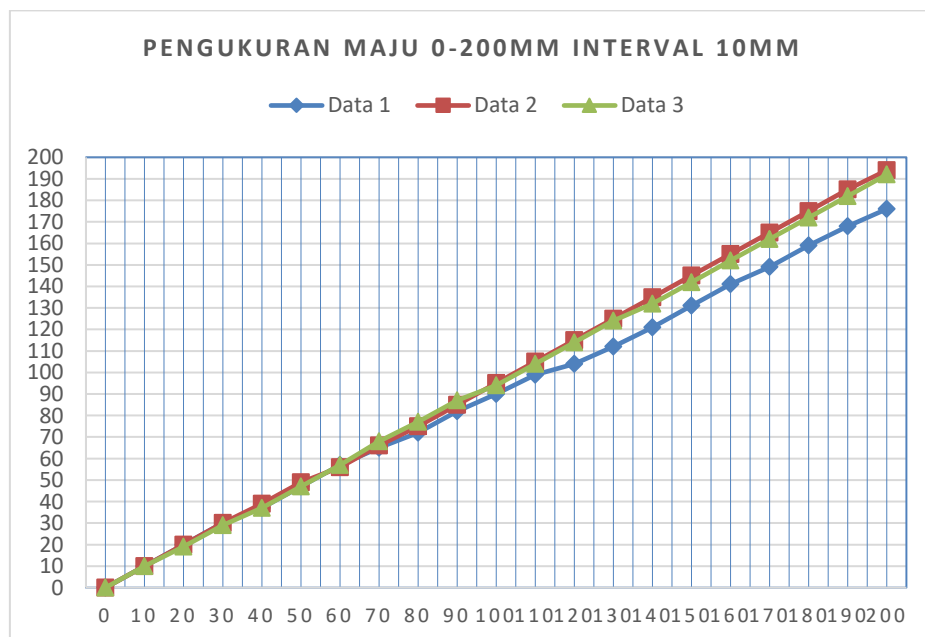
Gambar 8. Grafik Pengukuran Mundur 0-100 mm Interval 5 mm

Tabel 3. Data Pengukuran 0-200 mm Interval 10 mm

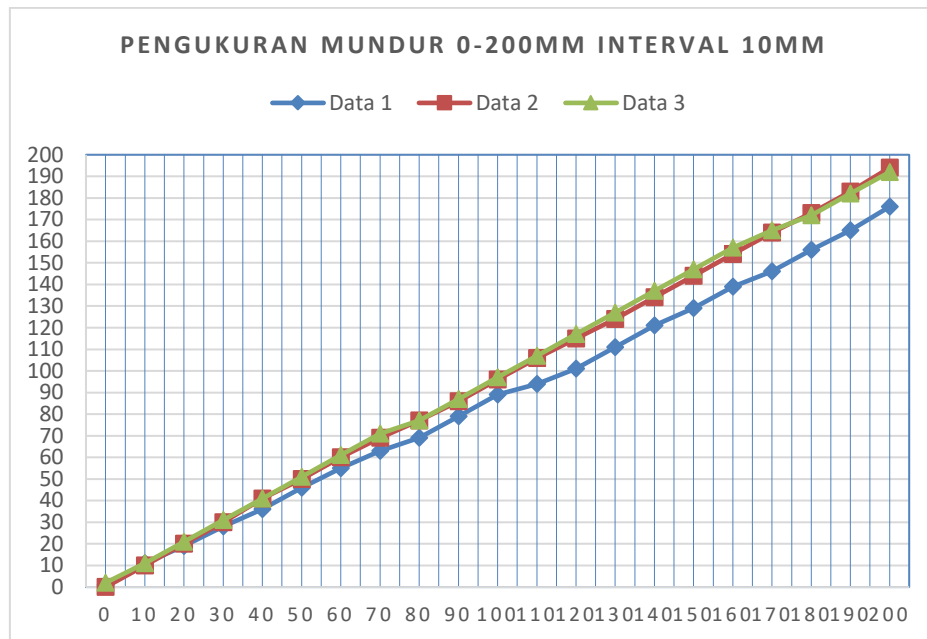
NILAI REFERENSI	PENGUKURAN 1		PENGUKURAN 2		PENGUKURAN 3	
	MAJU	MUNDUR	MAJU	MUNDUR	MAJU	MUNDUR
0	0	1	0	0	0	2
10	10	11	10	10	10	11

NILAI REFERENSI	PENGUKURAN 1		PENGUKURAN 2		PENGUKURAN 3	
	MAJU	MUNDUR	MAJU	MUNDUR	MAJU	MUNDUR
20	20	19	20	20	19	21
30	30	28	30	30	29	31
40	37	36	39	41	37	41
50	47	46	49	50	47	51
60	57	55	56	60	57	61
70	65	63	66	69	68	71
80	72	69	75	77	77	77
90	82	79	85	86	87	87
100	90	89	95	96	94	97
110	99	94	105	106	104	107
120	104	101	115	115	114	117
130	112	111	125	124	124	127
140	121	121	135	134	132	137
150	131	129	145	144	142	147
160	141	139	155	154	152	157
170	149	146	165	164	162	165
180	159	156	175	173	172	172
190	168	165	185	183	182	182
200	176	176	194	194	192	192

Berdasarkan data Tabel 3 didapatkan nilai pengukuran maju dan nilai pengukuran mundur 0-200 mm interval 10 mm seperti seperti ditunjukkan pada Gambar 9 dan Gambar 10.



Gambar 9. Grafik Pengukuran Maju 0-200 mm Interval 10 mm



Gambar 10. Grafik Pengukuran Mundur 0-100 mm Interval 5 mm

Sehingga dari data yang telah diperoleh, dilakukan pengolahan data berupa perhitungan untuk nilai-nilai sebagai berikut :

a. Akurasi

- Pengukuran 0-20 mm dengan interval 1 mm = 0,05
- Pengukuran 0-100 mm dengan interval 5 mm = 0,45
- Pengukuran 0-200 mm dengan interval 10 mm = 6,34

b. Presisi

- Pengukuran 0-20 mm dengan interval 1 mm = 0,03
- Pengukuran 0-100 mm dengan interval 5 mm = 1,31
- Pengukuran 0-200 mm dengan interval 10 mm = 3,81

3.4. Analisis

Keinginan memutar engkol tuas secara kencang pada jarak interval pengukuran yang cukup besar dengan tujuan mempercepat perpindahan gerak dapat mengakibatkan terjadinya *slip* pada sambungan tuas engkol dengan as ulir maupun sambungan as ulir dengan poros dari *rotary encoder* sehingga mempengaruhi gerak maju mundur dari jarum penunjuk jarak yang terpasang. Dilihat dari bahan material *rotary encoder* itu sendiri yang terbuat dari besi cor dapat meningkatkan potensi *slip* dan jika dibiarkan bisa terjadi aus pada poros tersebut. Besi cor sendiri memiliki karakteristik kemampuan las yang rendah, kemampuan tempa yang baik, dan ketahanan aus yang rendah (Logam Ceper, 2015).

4. KESIMPULAN

Pengukuran dengan jarak yang relatif pendek sangat efektif dilakukan menggunakan perangkat *Rotary Encoder* jenis KY-040. Dengan nilai error akurasi dan presisi yang sangat kecil senilai 0,05 mm dan 0,03 mm. Untuk pengukuran jarak panjang, error mungkin terjadi pada beberapa jarak pengukuran yang dapat berimbas pada hasil pengukuran berikutnya. Saat pengukuran 0-200 mm dengan interval 10 mm rata-rata nilai error akurasi dan presisi

yang didapat senilai 6,34 mm dan 3,81 mm. Sedangkan ntuk pengukuran jarak panjang, error mungkin terjadi pada beberapa jarak pengukuran yang dapat berimbas pada hasil pengukuran berikutnya. Saat pengukuran 0-200 mm dengan interval 10 mm rata-rata nilai error akurasi dan presisi yang didapat senilai 6,34 mm dan 3,88 mm.

Resolusi jarak pengukuran normal perangkat *Rotary Encoder* ini setelah perhitungan adalah 0,2 mm / satu step putaran. Nilai tersebut bisa dinaikkan guna mendapatkan hasil pengukuran yang lebih presisi dengan menambahkan *reduction gear* dengan skala rasio 1:5, maka resolusi jarak pengukuran bertambah menjadi 1 mm / satu step putaran. Hal ini dapat diterapkan sesuai dengan kebutuhan perangkat dan penggunaannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Ady, D. K. (2015). Perancangan Sistem Mekanik Penggerak Sumbu Pada Modifikasi Mesin Bubut Konvensional Menjadi Mesin Bubut CNC.
- Eitel, E. (2014). Basics of RotaryEncoder : Overview and New Technologies.
- Kencanawati, C. I. (2017). *Module Bahan Ajar Proses Pemesinan*. Denpasar: Universitas Udayana.
- Logam Ceper. (2015). *8 Perbedaan Baja COr dan Besi Cor*. Retrieved from <https://logamceper.com/8-perbedaan-baja-cor-dan-besi-cor>
- Nedelkovski, D. (2016). How Rotary Encoder Works and How To Use it With Arduino.
- Wahyudi, A. E. (2015). Perancangan dan Pembuatan Alat Ukur Jarak Digital Berbasis Arduino Menggunakan Sensor Rotary Encoder.