

BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan mengenai pengujian hasil dari perancangan sistem kendali pemotongan kertas pada industri rumah tangga berbasis PLC. Alat ini di uji untuk beberapa ukuran kertas, antara lain :

1. Ukuran A4 dengan panjang kertas 29,7 cm.
2. Ukuran kartu nama dengan panjang kertas 9,5 cm.
3. Ukuran lebar kertas berdasarkan *Timer* PLC.

Ukuran waktu yang dibutuhkan untuk proses pemotongan tidak sama. Masing-masing ukuran untuk panjang yang diinginkan dapat mengubah *Timer* PLC. Tegangan yang digunakan dalam proses pemotongan sebesar 4,18 V dengan arus sebesar 15 A untuk motor penggerak kertas dan tegangan sebesar 7,09 V dengan arus sebesar 22,5 A untuk motor penggerak pisau. Kertas yang digunakan untuk proses pemotongan menggunakan tiga buah jenis kertas, diantaranya: kertas gambar, kertas lincn hitam, dan kertas dufax.

4.1 Pengujian pemotongan kertas ukuran panjang A4 (29,7 cm) jenis kertas gambar.

Pengujian pemotongan ukuran umum dilakukan dengan mengubah *Timer* PLC sebesar 18 ms yang diharapkan menghasilkan potongan kertas dengan panjang 29,7 cm. Hasil perolehan data terdapat *error* pada pengujian ke-1 dengan panjang kertas 7 cm yang disebabkan pemasangan kertas kurang panjang.

Pengujian ke-10 didapatkan panjang kertas 31,0 cm dengan *error* kertas sebesar 1,3 cm yang disebabkan kertas sisa.

Tabel 4.1 Hasil pengujian pemotongan kertas ukuran A4 jenis kertas gambar.

No	Potongan Ke	Hasil (cm)	Selisih (cm)	Keterangan
1	1	29,0	- 7	Lancar
2	2	29,7	0	Lancar
3	3	29,7	0	Lancar
4	4	29,7	0	Lancar
5	5	29,7	0	Lancar
6	6	29,7	0	Lancar
7	7	29,7	0	Lancar
8	8	29,7	0	Lancar
9	9	29,7	0	Lancar
10	10	31,0	+13	Lancar
	Jumlah	= 297, 6	= 20	Mendekati normal

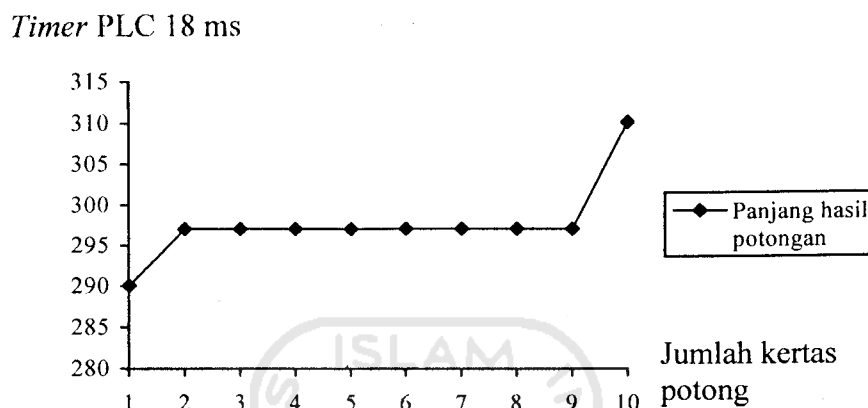
Perolehan data Tabel 4.1 hasil pengujian pemotongan kertas ukuran A4 jenis kertas gambar terdapat *error* pada pemotongan ke-1 dan ke-10. *Error* pada pengujian ke-1 dan ke-10 tidak dikategorikan dalam proses pengujian dan selisih yang dihasilkan jauh dari statistik. Rata-rata *error* dan nilai rata-rata dengan perhitungan secara matematis:

$$\text{Rata - rata error} = \sum_m^n \frac{\text{Hasil rata - rata}}{n} = \frac{20 \text{ cm}}{10} = 2 \text{ cm}$$

$$\text{Nilai rata-rata} = \sum_m^n \frac{\text{Hasil rata-rata}}{n} = \frac{297,6 \text{ cm}}{10} = 29,76 \text{ cm}$$

Hasil pengujian pemotongan kertas dari ukuran A4 jenis kertas gambar didapatkan nilai rata-rata sebesar 29,76 cm dan rata-rata *error* sebesar 2 cm.

Grafik perbandingan jumlah potongan kertas dari pengaturan *Timer* PLC 18 ms dengan panjang kertas yang dihasilkan terlihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Grafik hasil pemotongan kertas dari *Timer* PLC 18 ms.

4.2 Pengujian pemotongan ukuran kartu nama dengan panjang kertas 9,5 cm jenis kertas gambar

Pengujian dilakukan dengan *Timer* PLC sebesar 9 ms yang diharapkan potongan kertas dengan panjang 9,5 cm. Pengujian ke-1 dihasilkan panjang kertas 7,5 cm, hasil yang diperoleh tidak sesuai yang diharapkan dan pengujian ke-2 dihasilkan panjang kertas dengan ukuran 9,5 cm, hasil ukuran tersebut sesuai yang diinginkan.

pengujian ke-3 dihasilkan panjang kertas 9,6 cm, dari panjang tersebut diperoleh sisa 0,1 cm disebabkan kertas bergerak tidak stabil. Pengujian ke-4 dan ke-5 dihasilkan panjang kertas dengan ukuran 9,5 cm. Pengujian ke-6 dihasilkan panjang kertas dengan ukuran 9,6 cm, dari panjang tersebut diperoleh sisa 0,1 cm disebabkan kertas bergerak tidak stabil. Pengujian ke-7 sampai pemotongan ke-9 dihasilkan panjang kertas dengan ukuran panjang 9,5 cm.

Tabel 4.2 Hasil pengujian pemotongan kertas ukuran kartu nama dengan panjang kertas 9,5 cm jenis kertas Gambar.

No	Potongan Ke	Hasil (cm)	Selisih (cm)	Keterangan
1	1	7,5	- 2	Lancar
2	2	9,5	0	Lancar
3	3	9,6	+ 0,1	Lancar
4	4	9,5	0	Lancar
5	5	9,5	0	Lancar
6	6	9,6	+ 0,1	Lancar
7	7	9,5	0	Lancar
8	8	9,5	0	Lancar
9	9	9,5	0	Lancar
10	10	9,6	+ 0,1	Lancar
11	11	9,5	0	Lancar
12	12	9,5	0	Lancar
13	13	9,5	0	Lancar
14	14	9,5	0	Lancar
15	15	9,5	0	Lancar
16	16	9,5	0	Lancar
17	17	9,6	+ 0,1	Lancar
18	18	9	- 0,5	Lancar
19	19	9,5	0	Lancar
20	20	9,5	0	Lancar
21	21	9,5	0	Lancar
22	22	9,5	0	Lancar
23	23	9,5	0	Lancar
24	24	9,5	0	Lancar
25	25	9,7	+ 0,2	Lancar
	Jumlah	= 235,6	= 3,1	Mendekati normal

Pengujian ke-10 dihasilkan panjang kertas dengan ukuran 9,6 cm, dari panjang tersebut diperoleh sisa 0,1 cm yang disebabkan kertas bergerak tidak stabil. Pengujian ke-11 sampai pemotongan ke-16 dihasilkan panjang kertas dengan ukuran 9,5 cm. Pengujian ke-17 dihasilkan panjang kertas dengan ukuran 9,6 cm, dari panjang tersebut diperoleh sisa 0,1 cm yang disebabkan kertas bergerak tidak stabil. Pengujian ke-18 panjang kertas dihasilkan dengan ukuran 9 cm. Kertas tersebut kurang panjang 0,5 cm yang disebabkan kertas bergerak tidak stabil.

Pengujian ke-19 sampai pemotongan ke-24 dihasilkan panjang kertas dengan ukuran 9,5 cm. Pengujian ke-25 kertas yang didapat panjang 9,7 cm terdapat *error* panjang kertas 0,2 cm, *error* disebabkan kertas sisa. Pengujian ke-25 merupakan pemotongan terakhir untuk pengujian panjang kertas 9,5 cm pada setingan PLC 9,5 ms dan kertas hasil potongan sesuai yang diinginkan. Hasil Pengujian pemotongan ukuran kartu nama jenis kertas gambar dapat dilihat pada Tabel 4.2.

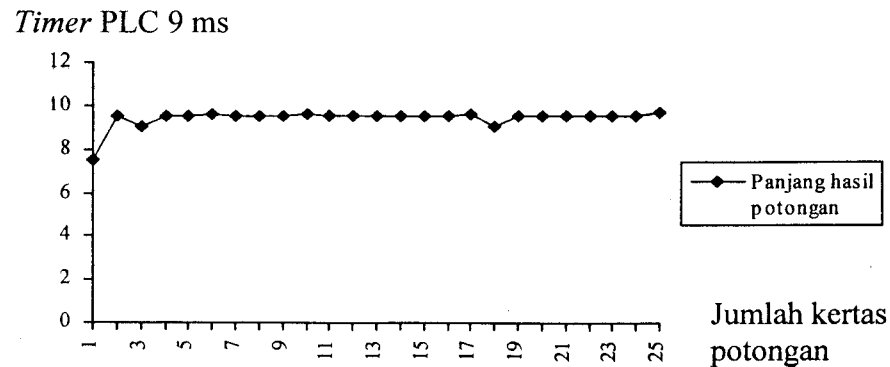
Perolehan data Tabel 4.2 hasil pengujian pemotongan kertas ukuran kartu nama dengan panjang kertas 9,5 cm jenis kertas Gambar terdapat rata-rata *error* dan nilai rata-rata dengan perhitungan secara matematis:

$$\text{Rata-rata error} = \sum_m^n \frac{\text{Hasil rata-rata}}{n} = \frac{3,1 \text{ cm}}{25} = 0,124 \text{ cm}.$$

$$\text{Nilai rata-rata} = \sum_m^n \frac{\text{Hasil rata-rata}}{n} = \frac{235,6 \text{ cm}}{25} = 9,424 \text{ cm}.$$

Hasil pengujian pemotongan kertas dari ukuran kartu nama jenis kertas gambar didapatkan nilai rata-rata sebesar 9,4 cm dan rata-rata *error* sebesar 0,1 cm.

Grafik perbandingan jumlah pemotongan kertas dari *Timer* PLC 9 ms dengan panjang kertas yang dihasilkan terlihat pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 Grafik hasil pemotongan kertas dari *Timer* PLC 9 ms.

4.3 Pengujian pemotongan ukuran kartu nama jenis kertas linen

Pengujian dilakukan dengan *Timer* PLC sebesar 9 ms yang diharapkan pemotongan kertas dengan panjang 9,5 cm. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.3. Pengujian ke-1 terdapat *error* kertas kurang panjang 1,5 cm dari panjang kertas 9 cm, penyebabnya pemasangan kertas pada saat start kurang panjang. Pengujian ke-2 sampai ke-5 kondisi kertas saat dipotong sesuai dengan yang diinginkan.

Pengujian ke-6 sampai ke-10 terdapat *error* disebabkan kertas gerak tidak stabil. Pengujian ke-11 hasil pemotongan kertas sesuai yang diinginkan. Pengujian ke-12 sampai ke-14 terdapat *error* disebabkan kertas gerak tidak stabil. Pengujian ke-15 terdapat *error* panjang kertas 11 cm disebabkan kertas sisa. Pengujian ke-15 merupakan pengujian terakhir pengaturan pada PLC 9 ms dengan panjang kertas 9,5 cm jenis kertas linen. Pengujian pemotongan ukuran kartu nama jenis kertas linen dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil pengujian pemotongan jenis kertas linen ukuran kartu nama.

No	Potongan Ke	Hasil (cm)	Kondisi (cm)	Keterangan
1	1	7,5	- 2	Lancar
2	2	9	- 0,5	Lancar
3	3	9	- 0,5	Lancar
4	4	9	- 0,5	Lancar
5	5	9	- 0,5	Lancar
6	6	9,6	+ 0,1	Lancar
7	7	9,5	0	Lancar
8	8	10	+ 0,5	Lancar
9	9	9,3	- 0,2	Lancar
10	10	9,6	+ 0,1	Lancar
11	11	9	- 0,5	Lancar
12	12	9,5	0	Lancar
13	13	9,5	0	Lancar
14	14	9,5	0	Lancar
15	15	11	+ 1,5	Lancar
	Jumlah	= 140	= 6,9	Mendekati normal

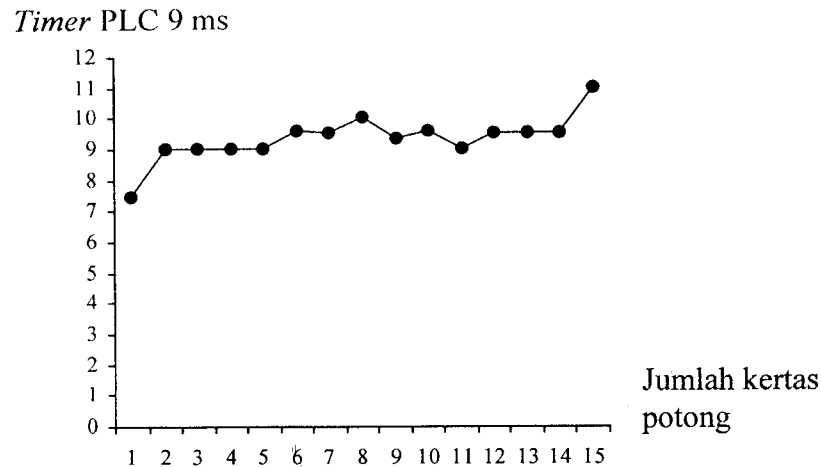
Perolehan data Tabel 4.3 hasil pengujian pemotongan kertas ukuran kartu nama jenis kertas linen terdapat rata-rata *error* dan nilai rata-rata dengan perhitungan secara matematis:

$$\text{Rata - rata error} = \sum_m^n \frac{\text{Hasil rata - rata}}{n} = \frac{6,9 \text{ cm}}{15} = 0,46 \text{ cm}.$$

$$\text{Nilai rata-rata} = \sum_m^n \frac{\text{Hasil rata-rata}}{n} = \frac{140 \text{ cm}}{15} = 9,3 \text{ cm}.$$

Hasil pengujian pemotongan kertas dari ukuran kartu nama jenis kertas gambar didapatkan nilai rata-rata 9,3 cm dan rata-rata *error* sebesar 0,46 cm.

Grafik hasil pemotongan kertas dari *Timer* PLC 9 ms dengan panjang kertas yang dihasilkan terlihat pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Grafik hasil pemotongan kertas dari *Timer* PLC 9 ms.

Grafik hasil pengujian dengan *Timer* PLC 9 ms dapat dilihat pada Gambar 4.3. Pengujian ke-1 dihasilkan panjang kertas 7,5 cm. Hasil yang diperoleh dari pengujian ke-1 kurang panjang 2 cm yang disebabkan pemasangan kertas kurang panjang. pengujian ke-2 sampai ke-5 dihasilkan panjang kertas dengan ukuran 9 cm, hasil ukuran tersebut kurang panjang 0,5 cm, disebabkan kertas gerak tidak sempurna . Pengujian ke-6 dihasilkan panjang kertas 9,6 cm terdapat *error* kertas lebih 0,1 cm. Pengujian ke-7 dihasilkan panjang kertas 9,5 cm, hasil potongan sesuai panjang kertas yang diharapkan.

Pengujian ke-8 dihasilkan panjang kertas 10 cm terdapat *error* yang disebabkan gerak kertas tidak stabil. Pengujian ke-9 dihasilkan panjang kertas 9,3 cm terdapat *error* yang disebabkan gerak kertas tidak stabil. Pengujian ke-10 dihasilkan panjang kertas 9,6 cm terdapat *error* yang disebabkan gerak kertas tidak stabil. Pengujian ke-11 dihasilkan panjang kertas 9 cm terdapat *error* kertas kurang panjang 0,5 cm, disebabkan gerak kertas tidak stabil. Pengujian ke-12 sampai ke- 14 dihasilkan panjang kertas 9,5 cm, hasil potongan sesuai panjang

kertas yang diharapkan. Pengujian ke-15 dihasilkan panjang kertas 11 cm terdapat *error* disebabkan kertas sisa.

Perbandingan pemotongan dari jenis kertas yang digunakan, antara jenis kertas gambar, kertas dufax, dan jenis kertas linen dapat dilihat pada Tabel berikut:

Tabel 4.4 Perbandingan tiga jenis kertas yang digunakan pada pengujian .

No	Jenis kertas	Ukuran panjang kertas			Keterangan
		Pendek (cm) 1 - 4	Sedang (cm) 5 - 9	Panjang (cm) 10 - 33	
1	Kertas gambar	Lancar	Lancar	Lancar	Mudah dipotong
2	Dufax	Tidak lancar	Tidak lancar	Tidak lancar	Tidak bisa dipotong
3	Kertas linen	Lancar	Lancar	Lancar	Mudah dipotong

4.4 Pengujian pemotongan kertas

4.4.1 Pengujian pemotongan ukuran lebar kertas mulai dari *Timer* PLC 1 ms sampai 5 ms jenis kertas gambar.

a. Pengujian pemotongan kertas dengan *Timer* PLC 1 ms.

Pengujian pemotongan kertas dengan *Timer* PLC 1 ms didapatkan hasil potongan kertas ukuran lebar 0,5 cm pada pengujian ke-6, ke-7, ke-9, dan ke-10. Hasil panjang kertas ukuran 0,4 cm didapatkan pada pengujian ke-4, ke-8. Hasil panjang kertas ukuran 0,3 cm didapatkan pada pengujian ke-5. pengujian ke-2 dan pengujian ke-3 dihasilkan ukuran panjang 0,8 cm. Pengujian ke-1 didapatkan ukuran panjang 0,9 cm dan pengujian ke-11 didapatkan ukuran panjang 0,6 cm. Perolehan panjang kertas dari *Timer* PLC 1 ms yang berbeda disebabkan gerak

kertas tidak stabil. Hasil pengujian pemotongan kertas dengan *Timer* PLC 1 ms dengan menggunakan jenis kertas gambar dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Hasil pengujian pemotongan kertas dengan *Timer* PLC 1 ms.

No	Potongan Ke	Hasil (cm)	Kondisi (cm)	Keterangan
1	1	0,9	+ 0,4	Lancar
2	2	0,8	+ 0,3	Lancar
3	3	0,8	+ 0,3	Lancar
4	4	0,4	- 0,1	Lancar
5	5	0,3	- 0,2	Lancar
6	6	0,5	0	Lancar
7	7	0,5	0	Lancar
8	8	0,4	- 0,1	Lancar
9	9	0,5	0	Lancar
10	10	0,5	0	Lancar
11	11	0,6	+ 0,1	Lancar
	Jumlah	= 6,2	= 1,5	Mendekati normal

Perolehan data Tabel 4.5 hasil pengujian pemotongan kertas dengan *Timer* PLC 1 ms jenis kertas gambar terdapat rata-rata *error* dan nilai rata-rata dengan perhitungan secara matematis:

$$\text{Rata-rata error} = \sum_m^n \frac{\text{Hasil rata-rata}}{n} = \frac{1,5 \text{ cm}}{11} = 0,1 \text{ cm}$$

$$\text{Nilai rata-rata} = \sum_m^n \frac{\text{Hasil rata-rata}}{n} = \frac{6,2 \text{ cm}}{11} = 0,56 \text{ cm}$$

Hasil pengujian pemotongan kertas dengan *Timer* PLC 1 ms jenis kertas gambar didapatkan nilai rata-rata sebesar 0,56 cm dan rata-rata *error* sebesar 0,1 cm.

b. Pengujian pemotongan kertas dengan *Timer* PLC 2 ms.

Hasil pengujian pemotongan kertas dengan *Timer* PLC 2 ms dapat dilihat pada Tabel 4.6. Panjang kertas 1,4 cm didapatkan pada pengujian ke-5, dan ke-7.

Hasil panjang kertas 1,6 cm didapatkan pada pengujian ke-3 sampai pengujian ke-10. Pengujian ke-1 dan ke-11 diperoleh panjang kertas 1,8 cm. Hasil panjang kertas yang berbeda disebabkan gerak kertas tidak stabil.

Tabel 4.6 Hasil pengujian pemotongan kertas dengan *Timer* PLC 2 ms.

No	Potongan Ke	Hasil (cm)	Kondisi (cm)	Keterangan
1	1	0,8	- 0,7	Lancar
2	2	1,4	- 0,1	Lancar
3	3	1,6	+ 0,1	Lancar
4	4	1,6	+ 0,1	Lancar
5	5	1,6	+ 0,1	Lancar
6	6	1,6	+ 0,1	Lancar
7	7	1,6	+ 0,1	Lancar
8	8	1,6	+ 0,1	Lancar
9	9	1,6	+ 0,1	Lancar
10	10	1,4	- 0,1	Lancar
11	11	1,8	+ 0,3	Lancar
	Jumlah	= 16,6	= 1,9	Mendekati normal

Perolehan data Tabel 4.6 hasil pengujian pemotongan kertas dengan *Timer* PLC 2 ms jenis kertas gambar terdapat rata-rata *error* dan nilai rata-rata dengan perhitungan secara matematis.

$$\text{Rata-rata error} = \sum_m^n \frac{\text{Hasil rata-rata}}{n} = \frac{1,9 \text{ cm}}{11} = 0,2 \text{ cm}$$

$$\text{Nilai rata-rata} = \sum_m^n \frac{\text{Hasil rata-rata}}{n} = \frac{16,6 \text{ cm}}{11} = 1,5 \text{ cm}$$

Hasil pengujian pemotongan kertas dengan *Timer* PLC 2 ms jenis kertas gambar didapatkan nilai rata-rata 1,5 cm dan rata-rata *error* sebesar 0,2 cm.

c. Pengujian pemotongan kertas dengan *Timer* PLC 3 ms.

Hasil pemotongan kertas dari *Timer* PLC 3 ms dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Hasil pengujian pemotongan kertas dari *Timer* PLC 3.

No	Potongan Ke	Hasil (cm)	Kondisi (cm)	Keterangan
1	1	2,5	+ 0,05	Lancar
2	2	2,5	+ 0,05	Lancar
3	3	2,6	+ 0,15	Lancar
4	4	2,4	- 0,05	Lancar
5	5	2,2	- 0,25	Lancar
6	6	2,4	- 0,05	Lancar
7	7	2,4	- 0,05	Lancar
8	8	2,5	+ 0,05	Lancar
9	9	2,6	+ 0,15	Lancar
10	10	2,4	- 0,05	Lancar
	Jumlah	= 24,5	0,5	Mendekati normal

Hasil panjang kertas 2,5 cm diperoleh pada pengujian ke-1, ke-2, dan pengujian ke-8 terdapat sisa panjang kertas 0,05 cm. Sisa 0,05 cm dari pengujian ke-1, ke-2 dan ke-8 disebabkan gerak kertas tidak stabil. Sisa panjang kertas 0,15 cm dari pengujian ke-3 dan pengujian ke-9 disebabkan gerak kertas tidak stabil.

Perolehan data Tabel 4.7 hasil pengujian pemotongan kertas dengan *Timer* PLC 3 ms jenis kertas gambar terdapat rata-rata *error* dan nilai rata-rata dengan perhitungan secara matematis:

$$\text{Rata-rata error} = \sum_m^n \frac{\text{Hasil rata-rata}}{n} = \frac{0,5 \text{ cm}}{10} = 0,05 \text{ cm}$$

$$\text{Nilai rata-rata} = \sum_m^n \frac{\text{Hasil rata-rata}}{n} = \frac{24,5 \text{ cm}}{10} = 2,25 \text{ cm}$$

Hasil pengujian pemotongan kertas dengan *Timer* PLC 3 ms jenis kertas gambar didapatkan nilai rata-rata 2,25 cm dan rata-rata *error* sebesar 0,05 cm.

d. Pengujian pemotongan kertas dengan *Timer* PLC 4 ms.

Tabel 4.8 Hasil pengujian pemotongan kertas pada *Timer* PLC 4 ms.

No	Potongan Ke	Hasil (cm)	Kondisi (cm)	Keterangan
1	1	3,2	- 0,14	Lancar
2	2	3,5	+ 0,16	Lancar
3	3	3,6	+ 0,26	Lancar
4	4	3,2	- 0,14	Lancar
5	5	3,2	- 0,14	Lancar
6	6	3,2	- 0,14	Lancar
7	7	3,2	- 0,14	Lancar
8	8	3,5	+ 0,16	Lancar
9	9	3,6	+ 0,26	Lancar
10	10	3,2	- 0,14	Lancar
	Jumlah	= 33,4	= 0,8	Mendekati normal

Pemotongan ke-1, ke-4, ke-5, ke-6, ke-7 dan ke-10 dihasilkan panjang kertas 3,2 cm dengan kondisi panjang kertas kurang 0,14 cm. Panjang kertas 3,5 cm didapat pada pengujian ke-2 dan ke-8 dengan kondisi panjang kertas kurang 0,14 cm. Panjang kertas 3,6 cm didapat pada pengujian ke-3 dan ke-9 dengan kondisi panjang kertas lebih 0,26 cm. Hasil pemotongan kertas berbeda-beda disebabkan kertas gerak tidak stabil. Perolehan data Tabel 4.8 hasil pengujian pemotongan kertas dengan *Timer* PLC 4 ms jenis kertas gambar terdapat rata-rata *error* dan nilai rata-rata dengan perhitungan secara matematis:

$$\text{Rata-rata error} = \sum_m^n \frac{\text{Hasil rata-rata}}{n} = \frac{0,8 \text{ cm}}{10} = 0,08 \text{ cm}$$

$$\text{Nilai rata-rata} = \sum_m^n \frac{\text{Hasil rata-rata}}{n} = \frac{33,4 \text{ cm}}{10} = 3,34 \text{ cm}$$

Hasil pengujian pemotongan kertas dengan *Timer* PLC 4 ms jenis kertas gambar didapatkan nilai rata-rata 3,34 cm dan rata-rata *error* sebesar 0,08 cm.

e. Pengujian pemotongan kertas dengan *Timer* PLC 5 ms.

Pengujian ke -1 didapatkan panjang kertas 4,4 cm dengan kondisi kertas kurang 0,03 cm yang disebabkan pemasangan ketas kurang panjang. Pengujian ke-2 didapatkan panjang kertas 4,4 cm dengan kondisi kertas kurang 0,03 cm yang disebabkan pemasangan ketas kurang panjang. Pengujian ke-3 didapat panjang kertas 4,6 cm dengan kondisi kertas lebih 0,17 cm. Hasil panjang kertas 4,4 cm didapat pada pengujian ke-4, ke-6, ke-7 , ke-10 dengan kondisi kertas kurang panjang 0,03 cm. Pengujian ke-5 didapatkan panjang kertas 4,2 cm dengan kondisi kertas terjepit. Pengujian ke-8 dengan kondisi kertas sisa 0,17 cm dari hasil kertas yang didapatkan dengan panjang kertas 4,5 cm yang disebabkan gerak kertas *error*. Hasil pengujian pemotongan kertas dari *Timer* PLC 5 ms dapat dilihat pada Tabel 4.9 ms.

Tabel 4.9 Hasil pengujian pemotongan kertas pada *Timer* PLC 5 ms.

No	Potongan Ke	Hasil (cm)	Kondisi (cm)	Keterangan
1	1	4,4	- 0,03	Lancar
2	2	4,4	- 0,03	Lancar
3	3	4,6	+ 0,17	Lancar
4	4	4,4	- 0,03	Lancar
5	5	4,2	- 0,23	Lancar
6	6	4,4	- 0,03	Lancar
7	7	4,4	- 0,03	Lancar
8	8	4,5	+ 0,07	Lancar
9	9	4,6	+ 0,17	Lancar
10	10	4,4	- 0,03	Lancar
	Jumlah	= 44,3	0,8	Mendekati normal

Perolehan data Tabel 4.9 hasil pengujian pemotongan kertas dengan *Timer* PLC 5 ms jenis kertas gambar terdapat rata-rata *error* dan nilai rata-rata dengan perhitungan secara matematis:

$$\text{Rata-rata error} = \sum_m^n \frac{\text{Hasil rata-rata}}{n} = \frac{0,8 \text{ cm}}{10} = 0,8 \text{ cm}$$

$$\text{Nilai rata-rata} = \sum_m^n \frac{\text{Hasil rata-rata}}{n} = \frac{44,3 \text{ cm}}{10} = 4,43 \text{ cm}$$

Hasil pengujian pemotongan kertas dengan *Timer* PLC 5 ms jenis kertas gambar didapatkan nilai rata-rata sebesar 4,43 cm dan rata-rata *error* sebesar 0,8 cm.

4.4.2 Pengujian pemotongan ukuran lebar kertas mulai dari *Timer* PLC 1 ms sampai 5 ms jenis kertas dufax.

a. Pengujian pemotongan kertas dengan *Timer* PLC 1 ms.

Tabel 4.10 Hasil pengujian pemotongan kertas dengan *Timer* PLC 1 ms.

No	Potongan Ke	Hasil (cm)	Kondisi (cm)	Keterangan
1	1	0,3	+ 0,1	Potongan tidak bisa penuh
2	2	0,2	0	Potongan tidak bisa penuh
3	3	0,2	0	Potongan tidak bisa penuh
4	4	0,2	0	Potongan tidak bisa penuh
5	5	0,2	0	Potongan tidak bisa penuh
6	6	0,2	0	Potongan tidak bisa penuh
7	7	0,3	+ 0,1	Potongan tidak bisa penuh
8	8	0,2	0	Potongan tidak bisa penuh
9	9	0,2	0	Potongan tidak bisa penuh
10	10	0,2	0	Potongan tidak bisa penuh
11	11	0,2	0	Potongan tidak bisa penuh
12	12	0,2	0	Potongan tidak bisa penuh
13	13	0,2	0	Potongan tidak bisa penuh
14	14	0,3	+ 0,1	Potongan tidak bisa penuh
	Jumlah	= 3,1	= 0,3	<i>error</i> , jauh dari normal

Hasil pengujian pemotongan kertas dengan *Timer* PLC 1 ms jenis kertas dufax dapat dilihat pada Tabel 4.10. Pengujian pemotongan kertas ke-1, ke-7, dan ke-14 didapat panjang kertas 0,3 cm dengan kondisi kertas sisa 0,1 cm. Hasil panjang kertas 0,2 cm didapat dari pengujian ke-2 sampai ke-6 dan pengujian ke-8 sampai pengujian ke-13 kondisi kertas tanpa sisa. Potongan ke-14 merupakan pemotongan terakhir untuk *Timer* PLC 1 ms jenis kertas dufax.

Perolehan data Tabel 4.10 hasil pengujian pemotongan kertas dengan *Timer* PLC 1 ms jenis kertas gambar terdapat rata-rata *error* dan nilai rata-rata dengan perhitungan secara matematis:

$$Rata - rata \ error = \sum_m^n \frac{Hasil \ rata - rata}{n} = \frac{0,3 \ cm}{14} = 0,02 \ cm$$

$$Nilai \ rata - rata = \sum_m^n \frac{Hasil \ rata - rata}{n} = \frac{3,1 \ cm}{14} = 0,2 \ cm$$

Hasil pengujian pemotongan kertas dengan *Timer* PLC 1 ms jenis kertas gambar didapatkan nilai rata-rata sebesar 0, 2 cm dan rata-rata *error* sebesar 0,02 cm.

b. Pengujian pemotongan kertas dengan *Timer* PLC 2 ms.

Hasil pengujian pemotongan kertas dengan *Timer* PLC 2 ms dapat dilihat pada Tabel 4.11 Pengujian pemotongan ke-1 didapat panjang 2 cm dengan kondisi kertas kurang 0,1 cm disebabkan pemasangan kertas kurang panjang. Pengujian pemotongan kertas ke-2 didapat panjang 2,5 cm dengan kondisi kertas sisa 0,4 cm disebabkan gerak kertas tidak stabil. Pengujian pemotongan kertas ke-3 hasil sesuai keinginan. Pengujian pemotongan kertas ke-4 didapat panjang 2 cm dengan kondisi kertas kurang 0,1 cm disebabkan gerak kertas tidak stabil.

Pengujian ke-5 didapat panjang kertas 1,2 cm dengan kondisi kertas kurang 0,9 cm disebabkan gerak kertas tidak stabil. Pengujian ke-6 didapat panjang kertas 2 cm dengan kondisi kertas kurang 0,1 cm disebabkan kertas terjepit. Pengujian pemotongan kertas ke-7 dan ke-8 didapat panjang kertas 2,5 cm dengan kondisi kertas sisa 0,5 cm disebabkan gerak kertas tidak lancar. Pengujian ke-9 sampai pengujian ke-13 dihasilkan panjang kertas 2 cm dengan kondisi kertas kurang 0,1 cm disebabkan gerak kertas tidak stabil. Pengujian ke-14 dihasilkan panjang kertas 2,7 cm dengan kondisi kertas sisa 0,6 cm disebabkan kertas sisa.

Tabel 4.11 Hasil pengujian pemotongan kertas dengan *Timer* PLC 2 ms.

No	Potongan Ke	Hasil (cm)	Kondisi (cm)	Keterangan
1	1	2	- 0,1	Potongan tidak bisa penuh
2	2	2,5	+ 0,4	Potongan tidak bisa penuh
3	3	2,1	0	Potongan tidak bisa penuh
4	4	2	- 0,1	Potongan tidak bisa penuh
5	5	1,2	- 0,9	Potongan tidak bisa penuh
6	6	2	- 0,1	Potongan tidak bisa penuh
7	7	2,5	+ 0,5	Potongan tidak bisa penuh
8	8	2,5	+ 0,5	Potongan tidak bisa penuh
9	9	2	- 0,1	Potongan tidak bisa penuh
10	10	2	- 0,1	Potongan tidak bisa penuh
11	11	2	- 0,1	Potongan tidak bisa penuh
12	12	2	- 0,1	Potongan tidak bisa penuh
13	13	2	- 0,1	Potongan tidak bisa penuh
14	14	2,7	+ 0,6	Potongan tidak bisa penuh
	Jumlah	= 29,5	= 3,7	<i>error</i> , jauh dari normal.

Perolehan data Tabel 4.11 hasil pengujian pemotongan kertas dengan *Timer* PLC 2 ms jenis kertas gambar terdapat rata-rata *error* dan nilai rata-rata dengan perhitungan secara matematis:

$$\text{Rata - rata} = \sum_m^n \frac{\text{Hasil rata - rata}}{n} = \frac{3,7 \text{ cm}}{14} = 0,3 \text{ cm}$$

$$\text{Nilai rata-rata} = \sum_m^n \frac{\text{Hasil rata-rata}}{n} = \frac{29,5 \text{ cm}}{14} = 2,1 \text{ cm}$$

Hasil pengujian pemotongan kertas dengan *Timer* PLC 2 ms jenis kertas gambar didapatkan nilai rata-rata 2,1 cm dan rata-rata *error* sebesar 0,3 cm.

c. Pengujian pemotongan kertas dengan *Timer* PLC 3 ms.

Tabel 4.12 Hasil pengujian pemotongan kertas dengan *Timer* PLC 3 ms.

No	Potongan Ke	Hasil (cm)	Kondisi (cm)	Keterangan
1	1	4	+ 0,2	Hasil kertas miring
2	2	3,3	- 0,5	Hasil kertas miring
3	3	3,7	- 0,1	Hasil kertas miring
4	4	4,4	+ 0,6	Hasil kertas miring
5	5	3,7	- 0,3	Hasil kertas miring
6	6	5,4	+ 1,6	Hasil kertas miring
7	7	5	+ 1,2	Hasil kertas miring
8	8	2,5	- 1,3	Hasil kertas miring
9	9	2,7	- 0,1	Hasil kertas miring
10	10	4	+ 0,2	Hasil kertas miring
11	11	3,4	- 0,4	Hasil kertas miring
12	12	3,9	+ 0,1	Hasil kertas miring
13	13	3	- 0,8	Hasil kertas miring
14	14	4,4	+ 0,6	Hasil kertas miring
	Jumlah	= 53,4	= 8	Jauh dari normal

Pengujian pemotongan kertas ke-1 didapat panjang 2 cm dengan kondisi kertas kurang panjang 0,1 cm disebabkan pemasangan kertas kurang panjang. Pengujian ke-2 didapat panjang kertas 2,5 cm dengan kondisi kertas sisa 0,4 cm disebabkan gerak kertas tidak stabil. Pengujian ke-3 didapat panjang kertas 2,1 cm dengan kondisi kertas tanpa sisa. Pengujian ke-4 didapat panjang kertas 2 cm dengan kondisi kertas kurang 0,1 cm disebabkan gerak kertas tidak stabil. Pengujian ke-5 didapat panjang kertas 1,2 cm dengan kondisi kertas kurang 0,9 cm disebabkan kertas terjepit.

Pengujian ke-6 didapat panjang kertas 2 cm dengan kondisi kertas kurang 0,1 cm disebabkan gerak kertas tidak stabil. Pengujian ke-7 dan ke-8 didapat panjang kertas 2,5 cm dengan kondisi kertas sisa 0,5 cm disebabkan gerak kertas tidak stabil. Pengujian ke-9 sampai pengujian ke-13 didapat panjang kertas 2 cm dengan kondisi kertas kurang 0,1 cm disebabkan gerak kertas tidak stabil. Hasil panjang kertas 2,7 cm didapat dari pengujian ke-14 dengan kondisi kertas sisa 0,6 cm disebabkan kertas sisa untuk pemotongan terakhir. Perolehan data Tabel 5.3 hasil pengujian pemotongan kertas dengan *Timer* PLC 3 ms jenis kertas gambar terdapat rata-rata *error* dan nilai rata-rata dengan perhitungan secara matematis:

$$\text{Rata-rata error} = \sum_m^n \frac{\text{Hasil rata-rata}}{n} = \frac{8 \text{ cm}}{14} = 0,6 \text{ cm}$$

$$\text{Nilai rata-rata} = \sum_m^n \frac{\text{Hasil rata-rata}}{n} = \frac{53,4 \text{ cm}}{14} = 3,8 \text{ cm}$$

Hasil pengujian pemotongan kertas dengan *Timer* PLC 3 ms jenis kertas gambar didapatkan nilai rata-rata sebesar 3,8 cm dan rata-rata *error* sebesar 0,6 cm.

d. Pengujian pemotongan kertas dengan *Timer* PLC 4 ms.

Pengujian ke-1 didapat panjang kertas 5 cm dengan kondisi kertas sisa 0,4 cm disebabkan kertas sisa saat pemasangan. Pengujian ke-2 didapat panjang kertas 4,5 cm dengan kondisi kertas kurang 0,1 cm disebabkan gerak kertas tidak stabil. Pengujian ke-3 didapatkan panjang kertas 4,5 cm dengan kondisi kertas kurang 0,1 cm disebabkan gerak kertas tidak stabil. Pengujian ke-4 didapatkan panjang kertas 4,5 cm dengan kondisi kertas kurang 0,1 cm disebabkan gerak

kertas tidak stabil. Pengujian ke-5 didapatkan panjang kertas 4,5 cm dengan kondisi kertas kurang 0,1 cm disebabkan gerak kertas tidak stabil.

Pengujian ke-6 didapatkan panjang kertas 5 cm dengan kondisi kertas sisa 0,4 cm disebabkan gerak kertas tidak stabil. Pengujian ke-7 dan ke-8 didapatkan panjang kertas 4,5 cm dengan kondisi kertas sisa 0,1 cm disebabkan gerak kertas tidak stabil. Hasil panjang kertas 5 cm didapatkan pada potongan ke-9 sampai potongan ke-12 dengan kondisi kertas sisa 0,4 cm disebabkan gerak kertas tidak stabil. Pengujian ke-13 dan ke-14 didapatkan panjang kertas 4,5 cm dengan kondisi kertas sisa 0,1 cm disebabkan kertas miring.

Hasil pengujian pemotongan kertas dengan *Timer* PLC 4 ms dapat dilihat pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13 Hasil pengujian pemotongan kertas dengan *Timer* PLC 4 ms.

No	Potongan Ke	Hasil (cm)	Kondisi (cm)	Keterangan
1	1	5	+ 0,4	Potongan tidak bisa penuh
2	2	4,5	- 0,1	Potongan tidak bisa penuh
3	3	4,5	- 0,1	Potongan tidak bisa penuh
4	4	4	- 0,6	Potongan tidak bisa penuh
5	5	4,5	- 0,1	Potongan tidak bisa penuh
6	6	5	+ 0,4	Potongan tidak bisa penuh
7	7	4,5	- 0,1	Potongan tidak bisa penuh
8	8	4,5	- 0,1	Potongan tidak bisa penuh
9	9	5	+ 0,4	Potongan tidak bisa penuh
10	10	5	+ 0,4	Potongan tidak bisa penuh
11	11	5	+ 0,4	Potongan tidak bisa penuh
12	12	5	+ 0,4	Potongan tidak bisa penuh
13	13	4,5	- 0,1	Potongan tidak bisa penuh
14	14	4,5	- 0,1	Potongan tidak bisa penuh
	Jumlah	= 65,5	= 3,7	Jauh dari normal

Perolehan data Tabel 4.13 hasil pengujian pemotongan kertas dengan *Timer* PLC 4 ms jenis kertas gambar terdapat rata-rata *error* dan nilai rata-rata dengan perhitungan secara matematis:

$$\text{Rata-rata error} = \sum_m^n \frac{\text{Hasil rata-rata}}{n} = \frac{3,7 \text{ cm}}{14} = 0,3 \text{ cm}$$

$$\text{Nilai rata-rata} = \sum_m^n \frac{\text{Hasil rata-rata}}{n} = \frac{65,5 \text{ cm}}{14} = 4,7 \text{ cm}$$

Hasil pengujian pemotongan kertas dengan *Timer* PLC 4 ms jenis kertas gambar didapatkan nilai rata-rata sebesar 4,7 cm dan rata-rata *error* sebesar 0,3 cm.

e. Pengujian pemotongan kertas dengan *Timer* PLC 5 ms.

Pengujian ke-1 didapatkan panjang kertas 6,3 cm dengan kondisi kertas sisa 0,4 cm disebabkan gerak kertas tidak stabil. Pengujian ke-2 didapatkan panjang kertas 4,5 cm dengan kondisi kertas kurang 1,4 cm disebabkan gerak kertas dalam kondisi tidak stabil. Pengujian ke-3 didapatkan panjang kertas 5 cm dengan kondisi kertas kurang 0,9 cm disebabkan kertas dalam kondisi terjepit. Pengujian ke-3 didapatkan panjang kertas 5 cm dengan kondisi kertas kurang 0,9 cm disebabkan gerak kertas tidak stabil.

Pengujian ke-5 didapatkan panjang kertas 6,5 cm dengan kondisi kertas lebih 0,6 cm disebabkan gerak kertas tidak stabil. Pengujian ke-6 dan ke-7 didapatkan panjang kertas 6 cm dengan kondisi kertas sisa 0,1 cm disebabkan gerak kertas tidak stabil. Pengujian ke-10 dan ke 11 didapatkan panjang kertas 5,5 cm dengan kondisi kertas kurang 0,4 cm disebabkan kertas terjepit. Pengujian ke-12 dan ke-13 didapatkan panjang kertas 5,7 cm dengan kondisi kertas sisa 1,1 cm

disebabkan gerak kertas tidak stabil. Pengujian ke-14 merupakan pemotongan terakhir pada *Timer* PLC 5 ms didapatkan panjang kertas 5,7 cm dengan kondisi kertas kurang 0,2 cm disebabkan kertas terjepit.

Tabel 4.14 Hasil pengujian pemotongan kertas dengan *Timer* PLC 5 ms.

No	pemotongan Ke	Hasil (cm)	Kondisi (cm)	Keterangan
1	1	6,3	+ 0,4	Potongan tidak bisa penuh
2	2	4,5	- 1,4	Potongan tidak bisa penuh
3	3	5	- 0,9	Potongan tidak bisa penuh
4	4	6	+ 0,1	Potongan tidak bisa penuh
5	5	6,5	+ 0,6	Potongan tidak bisa penuh
6	6	6	+ 0,1	Potongan tidak bisa penuh
7	7	6	+ 0,1	Potongan tidak bisa penuh
8	8	6	+ 0,1	Potongan tidak bisa penuh
9	9	6	+ 0,1	Potongan tidak bisa penuh
10	10	5,5	- 0,4	Potongan tidak bisa penuh
11	11	5,5	- 0,4	Potongan tidak bisa penuh
12	12	7	+ 1,1	Potongan tidak bisa penuh
13	13	7	+ 1,1	Potongan tidak bisa penuh
14	14	5,7	- 0,2	Potongan tidak bisa penuh
	Jumlah	= 83	= 7	Jauh dari normal

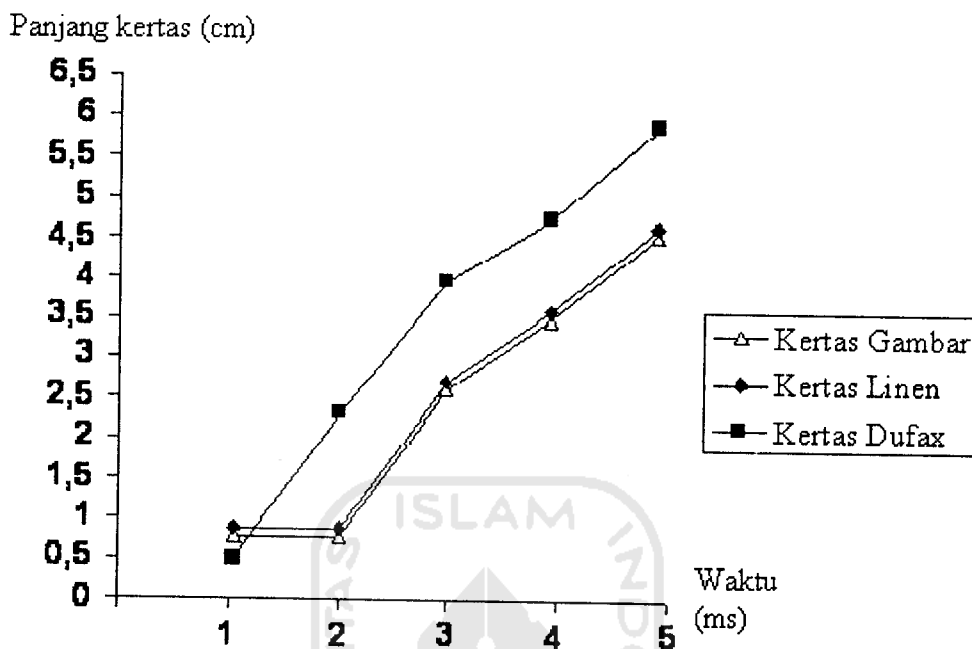
Perolehan data Tabel 4.15 hasil pengujian pemotongan kertas dengan *Timer* PLC 5 ms jenis kertas gambar terdapat rata-rata *error* dan nilai rata-rata dengan perhitungan secara matematis:

$$\text{Rata-rata error} = \sum_m^n \frac{\text{Hasil rata-rata} - \text{rata}}{n} = \frac{7 \text{ cm}}{14} = 0,5 \text{ cm}$$

$$\text{Nilai rata-rata} = \sum_m^n \frac{\text{Hasil rata-rata}}{n} = \frac{83 \text{ cm}}{14} = 5,9 \text{ cm}$$

Hasil pemotongan kertas dengan *Timer* PLC 5 ms jenis kertas gambar didapatkan nilai rata-rata sebesar 5,9 cm dan rata-rata *error* sebesar 0,5 cm.

4.5 Hubungan antara pengaturan waktu dengan panjang kertas



Gambar 4.4 Grafik hubungan antara pengaturan waktu dengan panjang kertas.

Gambar 4.4 menunjukkan panjang kertas yang diperoleh dari tiga jenis kertas, yaitu kertas Gambar, Linen, dan kertas Dufax, dengan memberikan nilai input pada *Timer* PLC (ms). Pengujian pada *Timer* waktu 1 ms didapatkan panjang kertas 0,5 cm dari jenis kertas dufax. Pengujian pada *Timer* waktu 1 ms didapatkan panjang kertas 0,6 cm jenis kertas Gambar. Pengujian pada *Timer* waktu 1 ms didapatkan panjang kertas 0,7 cm jenis kertas linen.

Pengujian pada *Timer* waktu 2 ms didapatkan panjang kertas 2,5 cm dari jenis kertas dufax. Pengujian pada *Timer* waktu 2 ms didapatkan panjang kertas 0,5 cm jenis kertas Gambar. Pengujian pada *Timer* waktu 2 ms didapatkan panjang kertas 0,6 cm jenis kertas linen.

Pengujian pada *Timer* waktu 3 ms didapatkan panjang kertas 4 cm dari jenis kertas dufax. Pengujian pada *Timer* waktu 3 ms didapatkan panjang kertas 2,6 cm

jenis kertas Gambar. Pengujian pada *Timer* waktu 3 ms didapatkan panjang kertas 2,7 cm jenis kertas linen.

Pengujian pada *Timer* waktu 4 ms didapatkan panjang kertas 4,6 cm dari jenis kertas dufax. Pengujian pada *Timer* waktu 4 ms didapatkan panjang kertas 3,6 cm jenis kertas Gambar. Pengujian pada *Timer* waktu 4 ms didapatkan panjang kertas 3,7 cm jenis kertas linen.

Pengujian pada *Timer* waktu 5 ms didapatkan panjang kertas 6,2 cm dari jenis kertas dufax. Pengujian pada *Timer* waktu 5 ms didapatkan panjang kertas 4,6 cm jenis kertas Gambar. Pengujian pada *Timer* waktu 5 ms didapatkan panjang kertas 4,7 cm jenis kertas linen.

Tabel 4.15 Hasil pengujian setingan waktu dengan panjang kertas.

Potongan ke	Panjang kertas		
	Dufax (cm)	Gambar (cm)	Linen (cm)
1	0,5	0,6	0,7
2	2,5	0,5	0,6
3	4	2,6	2,7
4	4,6	3,6	3,7
5	6,2	4,6	4,7