

Semi Automatic T-Shirt Folding Machine ***Berbasis Proportional Integral Derivative (PID)***

Muhammad Apriliyanto¹, Miftachul Ulum¹, Koko Joni¹

¹Program Studi Teknik Elektro, Universitas Trunojoyo Madura
 email: apri75masyu@gmail.com, miftachul.ulum@trunojoyo.ac.id,
 kokojoni@trunojoyo.ac.id

Received: Maret 2020; Accepted: Mei 2020; Published: Juli 2020

DOI: <http://dx.doi.org/10.30649/j-eltrik.v2i1.47>

Abstrak

Proses melipat baju merupakan salah satu kegiatan yang dilakukan dalam usaha laundry maupun rumah tangga. Kegiatan tersebut terbilang cukup mudah akan tetapi banyak orang yang masih malas melakukannya. Akibatnya pakaian yang selesai dicuci akan berantakan diruang tertentu sehingga mengurangi nilai estetika suatu rumah. *Semi Automatic T-Shirt Folding Machine* adalah solusi tepat untuk membuat kegiatan melipat baju menjadi lebih mudah dan efisien waktu. Alat ini dibekali motor servo yang menggerakkan papan pelipat yang sudah didesain sedemikian rupa sehingga penggunaanya hanya perlu manghandle baju sekali saja dan cukup menekan satu tombol maka baju akan terlipat sendiri serta akan tersusun secara rapi melalui papan penumpuk baju. Metode PID diterapkan pada motor DC yang bergerak dibawah pelipat baju sehingga penumpukan baju yang ada dibawah tidak akan tertekan keatas saat baju makin menumpuk saat selesai dilipat. Sensor ultrasonic akan mengukur ketinggian yang pas antara baju dengan pintu pembuka penumpukan baju dengan $k_p = 1$, $k_i = 0.1$, $k_d = 0.5$ untuk baju tipis dan $k_p = 5$, $k_i = 1$, $k_d = 2.5$ untuk baju tebal sehingga pergerakan motor dapat menyesuaikan kecepatannya. Alat ini dapat melipat satu baju dalam 16,83 detik lebih cepat 11 detik daripada melipat baju secara manual.

Kata kunci: pelipatbaju, mikrokontroler, PID

Abstract

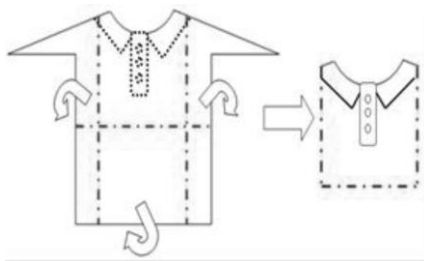
The process of folding clothes is one of the activities carried out in the laundry business or household. The activity is fairly easy but many people are still lazy to do it. As a result, clothes that have been washed will fall apart in certain rooms, thereby reducing the aesthetic value of a home. Semi Automatic T-Shirt Folding Machine is the right solution to make folding clothes easier and more time efficient. This tool is equipped with a servo motor that moves the folding board that has been designed in such a way that the user only needs to manghandle the shirt just once and simply push one button then the shirt will fold itself and will be neatly arranged through the clothes stacker board. The PID method is applied to DC motors that move under the clothes folder so that the buildup of clothes underneath will not be pressured upward when the clothes are piled up when they are folded. Ultrasonic sensor will measure the right height between the clothes with the door opening the stacking clothes with $k_p = 1$, $k_i = 0.1$, $k_d = 0.5$ for thin clothes and $k_p = 5$, $k_i = 1$, $k_d = 2.5$ for thick clothes so that the movement of the motor can adjust its speed . This tool can fold one shirt in 16.83 seconds 11 seconds faster than folding clothes manually.

Key words: clothes folding, microcontroller, PID,

I. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Orang-orang saat ini memiliki kesibukan masing-masing dalam kehidupan sehari-harinya. Umumnya dalam sebuah rumah tangga kegiatan seperti mencuci, mengeringkan dan melipat pakaian dilakukan oleh ibu rumah tangga. Pekerjaan ini terkadang melelahkan tergantung dari jumlah pakaian dan jumlah orang dalam satu rumah tersebut. Pakaian seperti kaos, kemeja, celana dan pakaian dalam merupakan hal umum yang semua orang miliki. Jika semua itu dikalikan dengan jumlah orang yang ada di dalam sebuah rumah mungkin pekerjaan itu akan sangat melelahkan. Dari sinilah muncullah ide sebuah mesin pelipat baju yang akan membantu meringankan pekerjaan ibu rumah tangga yang akan disajikan disini. Di antara banyak kategori pakaian yang ada alat ini akan diujikan untuk pakaian T-Shirt dan Kemeja pria. Untuk metode pelipatan T-Shirt bisa dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Metode Melipat T-shirt

Garis putus-putus warna merah merupakan lipatan yang akan dilipat oleh mesin pelipat dan hasilnya akan terlihat di sebelah kanan. Alat pelipat baju manual sudah tersedia dipasaran yang ditujukan pada Gambar 2.

Tahun 2012 oleh Mahasiswa di Yogyakarta ditemukan sebuah ide unik dalam melipat baju dengan rapi yang disebut Terapsi. Alat ini terbuat dari bahan karton berukuran 60 cm x 80 cm yang dipotong secara simetris sehingga terbentuk 3 bagian lipatan. Walaupun hasil alat

ini bisa melipat pakaian secara rapi akan tetapi alat tersebut masih menggunakan tenaga manusia dalam proses melipatnya serta bahan yang digunakan terbuat dari karton tebal sehingga membuat daya tahan alat ini kurang begitu bagus[1].



Gambar 2. Pelipat Baju Manual

Selanjutnya alat Terapsi ini dikembangkan lagi oleh mahasiswa UGM pada tahun 2015 dengan nama Pasebos. Alat ini memanfaatkan mikrokontroler Arduino sebagai otak pemrosesan dan servo sebagai penggerak otomatis pada alat pelipat baju Terapsi. Akan tetapi kelemahan alat ini masih tidak ada proses penumpukan baju yang telah dilipat secara otomatis sehingga ketika alat ini selesai melipat maka baju yang dilipat haruslah dipungut terlebih dahulu dari alat tersebut agar bisa digunakan kembali[2].

Dari permasalahan itulah dibuat alat *Semi Automatic T-Shirt Folding Machine*, cara kerja alat ini masih semi otomatis seperti alat sebelumnya akan tetapi penumpukan pakaian saat selesai dilipat tidak usah dipungut satu persatu.

Semi Automatic T-Shirt Folding Machine menggunakan mikrokontroler ATmega328 sebagai kontrol alat, motor servo MG996R sebanyak 3 buah sebagai penggerak, push button sebagai tombol lipat, LCD 16x2 sebagai informasi baju yang sudah dilipat, dan papan pelipat baju yang didesain sedemikian rupa.

Perumusan Masalah

1. Bagaimana cara kerja *Semi Automatic T-Shirt Folding Machine* yang baik ?

2. Bagaimana mendeteksi faktor yang mempengaruhi alat *Semi Automatic T-Shirt Folding Machine*?

Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui cara kerja pada *Semi Automatic T-Shirt Folding Machine* yang baik.
2. Untuk mendeteksi faktor yang mempengaruhi alat *Semi Automatic T-Shirt Folding Machine*

Batasan Masalah

1. Pakaian Dewasa
2. Jenis pakaian yang sudah disetrika T-Shirt dan kemeja ukuran M, L dan XL

II. METODE PENELITIAN

Dasar teori yang terdapat dalam penelitian ini

T-Shirt

T-shirt adalah sebuah jenis pakaian yang tidak memiliki kancing, kerah dan juga saku serta pada umumnya hanya menutupi sebagian lengan. *T shirt* juga dikenal dengan pakaian yang memiliki lengan pendek dan biasanya terbuat dari bahan katun atau poliester. Bahan katun akan terasa sangat lembut dan nyaman pada saat dipakai. Penggunaan *T shirt* dapat digunakan oleh perempuan maupun laki – laki. *T shirt* juga cocok untuk dipakai segala umur mulai dari anak – anak, remaja. Dewasa dan juga lansia. Pada zaman dahulu *T shirt* hanya digunakan untuk pakaian dalam saja namun dengan perkembangan zaman sekarang *T shirt* dapat digunakan sebagai pakaian sehari hari [3].

Terapi

Terapi adalah sebuah inovasi mahasiswa Yogyakarta yang digunakan untuk membantu seseorang dalam melipat baju secara cepat dan praktis. Mahasiswa Yogyakarta ini menciptakan sebuah alat pelipat baju yang terbuat dari karton tebal

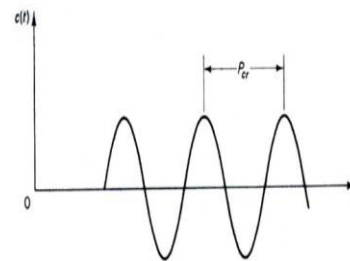
dipotong berukuran 60 x 80 cm. terdapat tiga bagian lipatan pada setiap potongannya sehingga alat tersebut bisa digunakan sebagai pelipat baju. Walaupun alat ini tergolong manual tetapi sudah dapat meringankan pekerjaan seseorang dalam melipat baju. Ide ini ditemukan pada awal tahun 2012[1].

Sistem Kendali

Sistem kendali adalah suatu komponen fisik yang terhubung atau terkait sedemikian rupa sehingga dapat memerintah, mengarahkan, atau mengatur diri sendiri atau sistem lain[4].

Meode Tuning PID Ziegler-Nichols 2

Metode *tuning Ziegler-Nichols 2* dilakukan dengan cara memberikan kontroler P pada suatu sistem *close loop* dengan *plant* terpasang. Lalu nilai K_p ditambahkan sampai sistem berosilasi terus menerus dengan teratur. Nilai K_p saat itu disebut penguatan kritis (K_{cr}). Periode saat itu disebut periode kritis (P_{cr}). Berikut cara menentukan periode kritis (P_{cr}) seperti terlihat pada gambar 3 berikut ini[5].



Gambar 3. Cara Menentukan Periode Kritis (P_{cr})

Tahap selanjutnya ialah menentukan nilai K_p , K_i , dan K_d berdasar Tabel 1.

Berdasarkan Tabel 1, dikarenakan kontrol yang digunakan pada AVR generator AC 1 fasa menggunakan PID maka dapat ditentukan nilai K_p dengan cara 0.6 dikalikan dengan K_{cr} , K_i sama dengan 0.5 dikalikan P_{cr} , dan K_d sama dengan 0.125 dikalikan P_{cr} .

Tabel 1. Cara Menentukan Nilai K_p , K_i , dan K_d

Tipe alat kontrol	K_p	K_i	K_d
P	$0.5 K_{cr}$	\sim	0
PI	$0.45 K_{cr}$	$1/1.2 P_{cr}$	0
PID	$0.6 K_{cr}$	$0.5 P_{cr}$	$0.125 P_{cr}$

Berdasarkan tabel di atas dikarenakan kontrol yang digunakan pada AVR generator AC 1 fasa menggunakan PID maka dapat ditentukan nilai K_p dengan cara 0.6 dikalikan dengan K_{cr} , K_i sama dengan 0.5 dikalikan P_{cr} , dan K_d sama dengan 0.125 dikalikan P_{cr} .

Motor DC

Sumber tenaga yang digunakan pada motor DC adalah tegangan searah atau arus DC. Polaritas motor dapat mengubah arah putaran motor dengan cara mengubah polaritas motor yang melaluinya. Fluks medan sebagai pengatur kecepatan motor atau dengan mengatur tegangan sumber melalui metode PWM (*Pulse Width Modulation*) [6].

Pada penelitian menggunakan metode tahapan sebagai berikut yaitu studi literatur, perencanaan alat, perancangan alat, pengujian alat, dan terakhir Analisa data. Studi literatur dilakukan untuk mempelajari alat yang sudah ada sebelumnya kemudian muncullah sebuah ide yang dikembangkan agar alat dapat berkerja lebih baik lagi. Adapun beberapa rujukan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Wahyu Setyo Pambudi dan Jan Putra. B. A. S. Pelawi tahun 2015 yang berjudul Simulasi Folding Machine dengan PID, P, PI, PD dan *Fuzzy-PD (Proportional Differential)*. Jurnal Sains dan Teknologi Volume 1, Nomor 1, Juni 2015 hal 25 - 33 ISSN: 2460-173X. Penelitian yang dilakukan adalah mensimulasikan kontrol PID, P, PI, PD dan *Fuzzy-PD* pada dinamik arm manipulator untuk mendapatkan hasil yang mendekati kondisi sesungguhnya. Kontrol PID adalah sistem kontrol yang paling baik

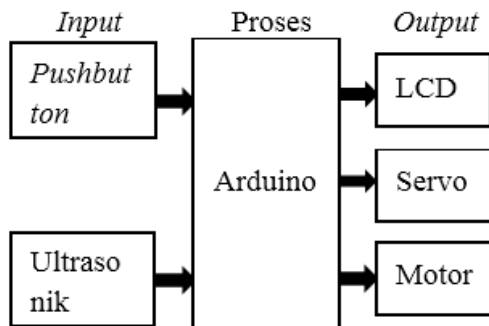
dengan hasil rise time 0,0005s dan tidak memiliki *overshoot* serta *error steady state* [7]. Pada penelitian lainnya yang dilakukan oleh Erwin Sukma Bukardi dan Wahyu Setyo Pambudi tahun 2015 yang berjudul Perancangan dan Pembuatan *Semi Automatic T-Shirt Folding Machine* Menggunakan Metode *Fuzzy Proportional Derivative* (FPD). Jurnal Sains dan Teknologi Volume 1, Nomor 1, Juni 2015 hal 34 - 44 ISSN: 2460-173X. Penelitian ini adalah implementasi metode *Fuzzy-PD* pada perancangan pelipat baju semi otomatis.

Hasil yang didapat dari alat tersebut yaitu alat pelipat baju dapat melipat baju dengan durasi 9,56 detik termasuk *handling* pakaian.[8] Machrus Ali, Izzatul Umami, dan Hendi Sopian tahun 2016 yang berjudul *Particle Swarm Optimization* (PSO) Sebagai Tuning PID Kontroler Untuk Kecepatan Motor DC. JURNAL INTAKE Vol. 7, Nomor 1 April 2016, e-ISSN : 2087-4286. Sistem kontrol kecepatan motor DC yang dianggap paling baik adalah kontrol PID-PSO, kemudian PID-ZN, dan terakhir Nonkontrol. Hasil *running* program didapatkan nilai; *overshoot* tanpa kontrol 0 dengan *settling time* 7,634 detik, *overshoot* PID standart 1,513 dengan *settling time* 10 detik, *overshoot* PID-ZN 1,495 dengan *settling time* 2,023 detik, *overshoot* PID-PSO 1,103 dengan *settling time* 1,32 detik. [9]

Dasar teori sebagai bahan acuan pembuatan alat ini berasal dari jurnal, buku serta artikel penelitian. Setelah studi literatur selanjutnya yang dilakukan yaitu perencanaan alat. Perencanaan alat ini meliputi desain sistem kerja alat serta desain ukuran alat yang akan dibuat.

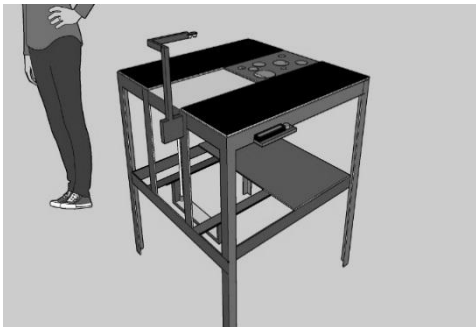
Perancangan *Hardware*

Dalam perancangan alat ini dibagi menjadi 3 blok diagram yaitu input proses dan output yang dapat dilihat :



Gambar 4. Blok Diagram Sistem

Kerangka utama dari alat ini menggunakan besi dan kayu agar alat kuat serta ringan sebagai penopangnya dengan ukuran Panjang x lebar x tinggi = 85 x 85 x 85cm. berikut adalah desain dari alat *Semi Automatic T-Shirt Folding Machine*.



Gambar 5. Desain Alat

Teknik pelipatan dari alat *Semi Automatic T-Shirt Folding Machine* menyesuaikan dengan tata cara pelipatan pada umumnya. Pakaian akan diletakkan diatas meja pelipat setelah itu dengan menekan tombol pelipat sekali saja maka alat akan melipat baju tersebut dengan proses lipatan yang dapat digambarkan pada gambar 6.

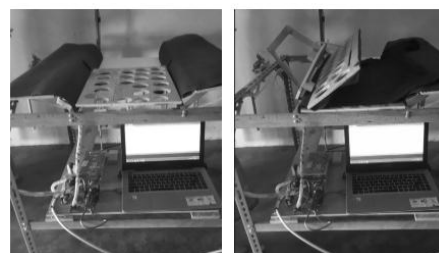
Perancangan *Software*

Setelah semua perancangan perangkat dilakukan selanjutnya yaitu perancangan *Software*. Perancangan ini meliputi pemograman alat dengan aplikasi bernama

Arduino IDE. Pemograman tersebut meliputi cara melipat baju hingga penerapan metode PID sebagai penstabil kecepatan motor. Kontrol PID yaitu Gabungan antara *Proportional*, *Integral*, dan *Derivative* maka disebutlah kontroler PID.

Kontrol pada error yang terjadi (*Proportional*), jumlah error (*Integral*), dan perubahan error (*Derivative*) setiap aksi kontrol ini memberikan kontribusi. Steady state dapat dipercepat dengan kombinasi dari 3 kontroler tersebut serta juga mengurangi setting time osilasi sistem itu sendiri. Perbaikan secara signifikan stabilitas yang dinamis dapat diberikan dengan penggunaan self tuning PID pada sistem kontrol. Secara adaptif *self tuning* merupakan Parameter penguat PID. Kontrol PID dapat dipakai secara bersamaan atau sendiri – sendiri tergantung dengan respon yang akan kita inginkan dalam suatu perencanaan. [4]

Tahapan pengujian alat merupakan proses pengujian alat secara keseluruhan. Dimana pengujian alat ini dilakukan dengan membandingkan cara melipat baju secara manual dengan cara melipat baju dengan menggunakan alat. Setelah pengujian alat selesai tahap terakhir yaitu analisa data untuk diolah dan ditarik kesimpulan.



Sebelum melipat

Lipat Kiri



Lipat Kanan

Lipat Tengah



Hasil Lipatan

Gambar 6. Proses dan Hasil lipatan

II. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahap ini dilakukan pengujian dan pengambilan data serta Analisa data yang sudah ada, adapun beberapa pengujian alat yang telah dilakukan antara lain sebagai berikut:

Pengujian Motor Servo

Pengujian dari motor *servo* dapat dilihat pada Tabel dibawah ini.

Tabel 2. Data Pengujian MG996R

No	MG996R		Error (°)
	Besar Sudut Busur (°)	Besar Sudut Servo (°)	
1	0	0	0
2	10	10	0
3	20	20	0
4	30	30	0
5	40	40	0
6	50	51	1
7	60	60	0
8	70	69	1
9	80	80	0
10	90	92	2
11	100	100	0
12	110	110	0
13	120	121	1
14	130	130	0
15	140	140	0
16	150	150	0
17	160	160	0
18	170	172	2
19	180	180	0
\sum Error			7
Rata – rata Error			0,3

Berdasarkan data dari Tabel 2. diatas, dapat diambil kesimpulan bahwa *error* dari perhitungan sudut servo dengan busur sebesar 7 derajat pada 19 kali percobaan atau rata rata *error* 0.03 derajat.

Waktu yang Dibutuhkan untuk Pelipatan Manual

Proses pelipatan pakaian (*T-Shirt*) secara manual adalah proses melipat pakaian menggunakan kecepatan dan kemam-

puan tangan manusia. Dan waktu yang dibutuhkan untuk melipat beberapa helai pakaian (*T-Shirt*) merupakan hal sangat diperhatikan. Berikut dibawah ini dimana hasil dari pengujian waktu yang dibutuhkan untuk melipat 20 helai pakaian (*T-Shirt*).



Gambar 7. Waktu yang dibutuhkan melipat 20 baju secara manual 09 Menit 10 Detik

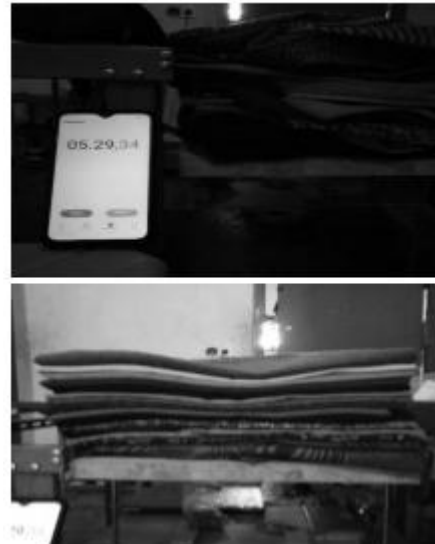
Hasil diatas didapatkan waktu yang dibutuhkan untuk melipat 20 baju secara manual yaitu 09 menit 10 detik. Dengan demikian rata rata waktu yang dibutuhkan untuk melipat baju perhelai yaitu 27,5 detik hasil ini didapatkan dari persamaan berikut:

$$\begin{aligned} \text{Waktu rata-rata per helai} \\ &= \frac{\text{Waktu Yang dibutuhkan (Detik)}}{\text{Jumlah Baju}} \quad (1) \\ &= \frac{550}{20} = 27,5 \text{ Detik/Helai} \end{aligned}$$

Waktu yang Dibutuhkan untuk Pelipatan Menggunakan *Semi Automatic T-Shirt Folding Machine*

Proses Pelipatan menggunakan alat *Semi Automatic T-Shirt Folding Machine* termasuk handling pakaian sebanyak 20 helai baju. Pakaian yang akan dilipat pada

alat ini cukup meletakkan pakaian diatas papan lipat dan dengan hanya menekan satu tombol pakaian akan terlipat dan menumpuk secara otomatis. Berikut adalah waktu yang dibutuhkan untuk melipat 20 baju dengan menggunakan alat *Semi Automatic T-Shirt Folding Machine*.



Gambar 8. Waktu yang dibutuhkan melipat 20 baju secara Otomatis 05 Menit 29 Detik

Hasil diatas didapatkan waktu yang dibutuhkan untuk melipat 20 baju secara menggunakan alat *Semi Automatic T-Shirt Folding Machine* yaitu 05 menit 29 detik. Dengan demikian rata rata waktu yang dibutuhkan untuk melipat baju perhelai yaitu 16,4 detik hasil ini didapatkan dari persamaan berikut :

$$\begin{aligned} \text{Waktu rata-rata} \\ &= \frac{\text{Waktu Yang dibutuhkan (Detik)}}{\text{Jumlah Baju}} \quad (2) \\ &= \frac{329}{20} = 16,4 \text{ Detik/Helai} \end{aligned}$$

Tabel 3. Data Perbandingan Waktu

Jumlah Pakaian yang di Lipat	Waktu Pelipat Manual	Waktu Pelipat dengan Alat	Selisih Waktu	Presentase Selisih Waktu
1 Helai	27,5	16,4	11,1	40,3 %
20 Helai	550,4	329,3	221,1	40,1 %

Presentase Selisih Waktu

$$= \frac{\text{Selisih Waktu}}{\text{Waktu Pelipat manual}} \times 100\% \quad (3)$$

$$= \frac{11,1}{27,5} \times 100\% = 40,3 \%$$

Presentase Selisih Waktu

$$= \frac{\text{Selisih Waktu}}{\text{Waktu Pelipat manual}} \times 100\% \quad (4)$$

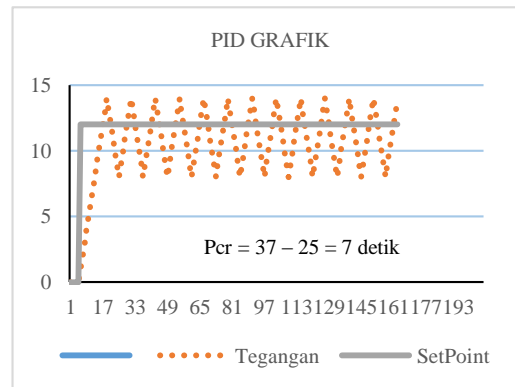
$$= \frac{221,1}{550,4} \times 100\% = 40,1 \%$$

Berdasarkan Tabel 2. selisih waktu antara kegiatan melipat baju secara manual dengan menggunakan alat yaitu sebesar 40%. Selain menghemat waktu dalam hal melipat baju tenaga yang dikeluarkan juga sangat sedikit dibandingkan melipat secara manual yang relative membutuhkan tenaga, dan juga konsentrasi yang tinggi agar bisa menghasilkan hasil lipatan yang sama.

Pengujian Tuning PID

Untuk menentukan konstanta PID pada kecepatan motor dilakukan dengan cara memberikan nilai konstanta proportional terlebih dahulu yang dinaikkan secara bertahap hingga mengalami osilasi

terus menerus secara teratur seperti terlihat pada gambar 9. berikut ini.



Gambar 9. Grafik Osilasi PID

Dalam percobaan ini plant mengalami osilasi ketika $K_p = 20$. Sehingga $K_{cr} = 20$. Lalu masukkan pada rumus kontroler PID sesuai pada Tabel 2.1 yang ada di landasan teori. Sehingga konstanta PID nya ialah sebagai berikut.

$$K_p = 0,6 \times K_{cr} = 0,6 \times 20 = 12$$

$$K_i = 0,5 \times P_{cr} = 0,5 \times 7 = 3,5$$

$$K_d = 0,125 \times P_{cr} = 0,125 \times 7 = 0,8$$

Tuning PID pada alat berfungsi untuk membuat pergerakan alat lebih stabil dan kecepatan motor sesuai setting kecepatan yang di inginkan adapun data kecepatan dan PWM motor untuk setting PID dengan nilai K_p , K_i , dan K_d dengan set kecepatan = 100 RPM, sebagai berikut:

Tabel 4. Data Pengujian PID

KP	KI	KD	RPM	Persentase error
0.15	0.08	0.03	127	21.2 %
0.12	0.06	0.02	113	11.5 %
1.00	0.10	0.50	103	2.9 %
0.2	0.05	0.04	120	16.6 %
0.21	0.07	0.05	115	13%
0.22	0.08	0.04	124	19,3%
6.0	3,05	0.80	105	4,7%
0.3	0.05	0.06	106	5,6%
5.00	1.00	2.50	102	1,9%

Berdasarkan Tabel 4 diperoleh nilai K_p K_i K_d yang memiliki presentase eror sedikit adalah 2.9 % dan 1,9 %. Dari sini

dapat diambil nilai k_p k_i k_d untuk baju tipis dengan menggunakan nilai k_p k_i k_d terendah dan untuk baju tebal digunakan

nilai k_p k_i k_d tertinggi. Sehingga respon motor menuju setpoint tercapai dengan baik. Berikut nilai k_p k_i k_d terendah $K_p = 1$, $k_i = 0.1$, $k_d = 0.5$ dan nilai k_p k_i k_d tertinggi $K_p = 5$, $k_i = 1$, $k_d = 2.5$.

berjalan sesuai dengan perintah. Setpoint untuk papan pelipat baju ini sebesar 39 cm dari jarak ultrasonik terhadap papan penumpuk baju. Alat akan melipat baju hingga papan penumpuk baju penuh. Berikut data hasil pengujian

Pengujian secara keseluruhan

Pengujian ini dilakukan untuk mendeteksi seberapa akurat alat ini akan

Tabel 5. Hasil Pengujian Keseluruhan

Baju ke-	Baju Turun	Setpoint Ultrasonik cm	Kesalahan (cm)	Presentase Keberhasilan
1	2	3	4	5
1	Tidak	39 cm	0	100 %
2	Tidak	39 cm	0	100 %
3	Ya	40 cm	0	100 %
4	Tidak	40 cm	1	97,5%
5	Tidak	39 cm	0	100 %
6	Tidak	39 cm	0	100 %
7	Ya	40 cm	0	100 %
8	Tidak	39 cm	0	100 %
9	Tidak	39 cm	0	100 %
10	Tidak	40 cm	1	97,5%
11	Tidak	41 cm	2	95,5%
12	Tidak	42 cm	3	92,3%
13	Tidak	43 cm	4	89,7%
14	Ya	45 cm	0	100 %
15	Tidak	39 cm	0	100 %
16	Tidak	39 cm	0	100 %
17	Ya	41 cm	0	100 %
18	Ya	41 cm	0	100 %
19	Tidak	39 cm	0	100 %
20	Tidak	39 cm	0	100 %
21	Tidak	39 cm	0	100 %
22	Ya	42 cm	0	100 %
23	Tidak	39 cm	0	100 %
24	Ya	40 cm	0	100 %
25	Tidak	39 cm	0	100 %
26	Ya	41 cm	0	100 %
27	Ya	40 cm	0	100 %
28	Ya	40 cm	0	100 %
29	Tidak	39 cm	0	100 %

1	2	3	4	5
30	Ya	40 cm	0	100 %
31	Tidak	39 cm	0	100 %
32	Tidak	39 cm	0	100 %
33	Ya	41 cm	0	100 %
Rata – rata		0,33		99%

Pada Tabel 5. merupakan hasil pengujian keseluruhan dari alat *Semi Automatic T-Shirt Folding Machine* Berbasis PID. Pada pengujian ini terdapat beberapa kesalahan alat dalam membaca jarak yang telah disesuaikan dengan besaran Setpoint yang sudah diinputkan. Inputan alat ini berupa pushbutton yang berfungsi untuk menghasilkan outputan berupa motor servo dan motor DC. Sedangkan yang berfungsi sebagai umpan balik yaitu sensor ultrasonic.

Ketika jarak ultrasonic bertambah dari setpoint yang ditentukan maka motor DC akan ON dan menurunkan papan pelipat sehingga jarak papan pelipat dengan ultrasonic sesuai dengan jarak atau setpoint yang telah ditentukan. Namun pada pengujian kali ini terdapat error sebanyak 5 kali dari total 33 percobaan melipat baju hingga penuh dimana motor DC tidak bergerak turun menyesuaikan nilai setpoint yang telah ditentukan. Sehingga diperoleh rata rata keberhasilan alat ini 99%. Hal ini dipengaruhi oleh sensor ultrasonic yang tidak mendapatkan pantulan secara sempurna. Permukaan baju dominan tidak datar dibandingkan dengan benda benda yang keras sehingga terjadi kesalahan pembacaan sensor

III. SIMPULAN

1. Implementasi metode PID pada *Semi Automatic T-Shirt Folding Machine* untuk menggerakkan motor DC secara Stabil dengan $K_p = 1$, $k_i = 0.1$, $k_d = 0.5$ untuk ukuran baju tipis dan $K_p = 5$, $k_i = 1$, $k_d = 2.5$ untuk ukuran baju tebal.

2. Waktu yang dibutuhkan untuk satu siklus proses pelipatan pada *Semi Automatic T-Shirt Folding Machine* adalah 16,4 detik termasuk waktu handling pakaian.
3. Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian yang telah dilakukan, teknologi otomasi dapat diaplikasikan pada T-Shirt Folding Machine dengan menggunakan motor Servo sebagai aktuator pada *flip folder*. Motor DC sebagai actuator pada naik turun penumpukan baju.

IV. RUJUKAN

- [1] M. Fatoni, "Terapsi, Alat Bantu Pelipat Baju ala Mahasiswa FK UGM," *TRIBUNJOGJA.COM*, 2012. [Online]. Available: <https://jogja.tribunnews.com/2012/07/24/terapsi-alat-bantu-pelipat-baju-ala-mahasiswa-fk-ugm>. [Accessed: 04-Sep-2019].
- [2] Ika, "Melipat Baju Cukup Sekali Pencet Dengan Pasebos," *ugm.ac.id*, 2015. [Online]. Available: <https://ugm.ac.id/id/berita/10068-melipat-baju-cukup-sekali-pencet-dengan-pasebos>. [Accessed: 04-Sep-2019].
- [3] Sumberpengertian.id, "Pengertian T-Shirt atau Kaus Oblong!," 2017. [Online]. Available: <https://www.sumberpengertian.id/pengertian-t-shirt>. [Accessed: 08-Mar-2020].
- [4] I. Setiawan, *Kontrol PID Untuk Proses Industri*. 2008.
- [5] M. Srivastava, *Control Systems*. New

- Delhi: Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited, 2009.
- [6] Adityan, "Sistem Pengaturan Posisi Sudut Putar Motor DC Pada Model Rotary Parking Menggunakan Kontroler PID Berbasis Arduino Mega 2560," *J. Penelit.*, vol. 1, no. 3, pp. 1–7, 2013.
- [7] W. Pambudi and J. Pelawi, "Simulasi Folding Machine Dengan PID , P , Pi , Pd Dan Fuzzy – Pd (Proportional Differential)," *J. Sains dan Teknol.*, vol. 1, no. June 2015, pp. 2–10, 2016.
- [8] E. S. Bukardi and W. S. Pambudi, "Perancangan Dan Pembuatan *Semi Automatic T-Shirt Folding Machine* Menggunakan Metode Fuzzy Proportional Derivative (FPD)," *J. Sains dan Teknol.*, vol. 1, no. 1, pp. 34–44, 2015.
- [9] M. Ali, I. Umami, and H. Sopian, "Particle Swarm Optimization (PSO) Sebagai Tuning PID Kontroler Untuk Kecepatan Motor DC," *Intake J. Penelit. Ilmu Tek. Dan Terap.*, vol. 7, no. 1, pp. 10–20, 2016.