

## **BAB IV**

### **HASIL PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN**

#### **A. Hasil Penelitian**

Hasil penelitian dilaksanakan berdasarkan prosedur pengembangan penelitian langkah-langkah metode *Research and Development* oleh Sugiyono. Langkah-langkah metode *Research and Development* yang telah dilaksanakan meliputi (1) Potensi dan masalah, (2) Pengumpulan data, (3) Desain produk, (4) Validasi desain, (5) Revisi desain, (6) Ujicoba produk, (7) Revisi produk, (8) Ujicoba pemakaian, dan (9) Revisi Produk. Berikut ini merupakan penjelasan mengenai hasil penelitian dalam setiap tahap:

##### **1. Potensi dan Masalah**

Penelitian ini didasari dengan adanya masalah yang berpotensi untuk diatasi. Masalah didapatkan setelah dilakukannya observasi pada mata kuliah praktik sistem kendali cerdas. Hasil observasi yang didapatkan diantaranya:

- a. Belum bervariasinya Training Kit Pembelajaran Jaringan Syaraf Tiruan yang terimplementasi secara *software* dan *hardware* pada mata kuliah praktik sistem kendali cerdas di Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika.
- b. Mahasiswa mengalami kesulitan dalam memahami dan menerapkan pembelajaran mata kuliah sistem kendali cerdas pada dunia nyata dikarenakan pembelajaran masih bersifat simulasi.

Berdasarkan dengan hasil observasi maka perlu adanya penambahan trainer pembelajaran. Trainer pembelajaran yang dikembangkan berupa Training Kit

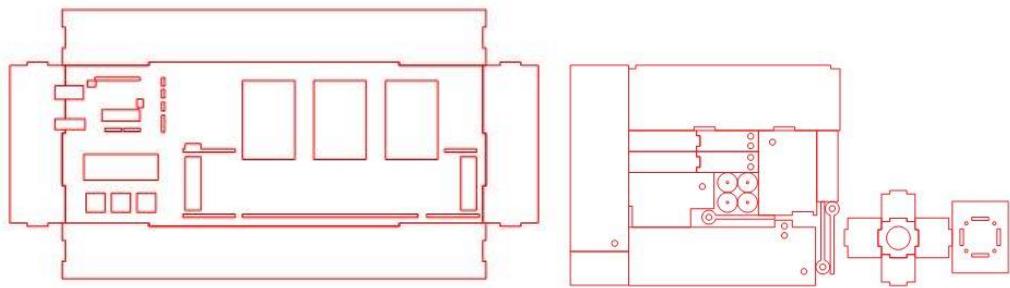
Pembelajaran Jaringan Syaraf Tiruan yang terintegrasi antara *software* dan *hardware* agar peserta didik mampu memahami penerapan Jaringan Syaraf Tiruan secara nyata dan interaktif.

## **2. Pengumpulan Data**

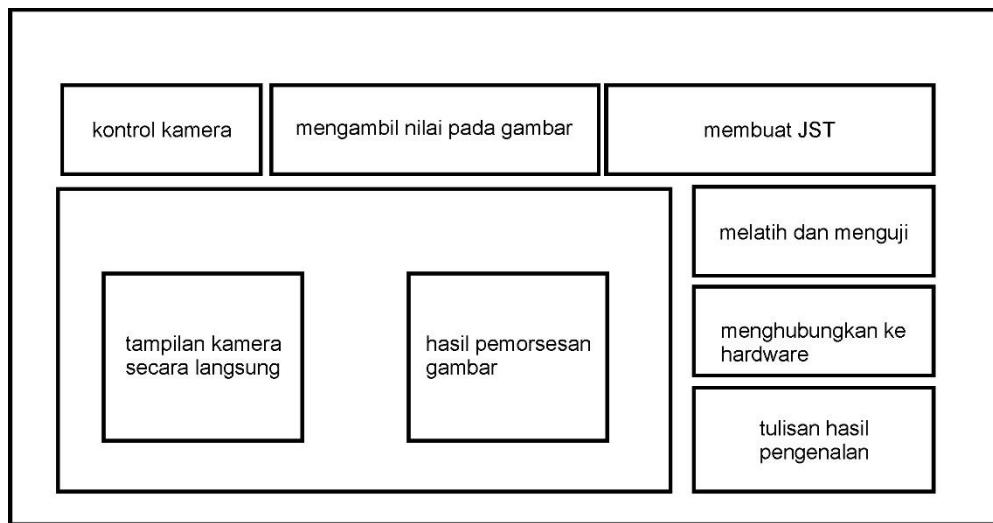
Pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh spesifikasi maupun kebutuhan secara mendetail tentang media pembelajaran jaringan syaraf tiruan yang dibuat. Data diperoleh dari wawancara dengan dosen pengampu mata kuliah Praktik Sistem Kendali Cerdas dan silabus atau rencana mengajar mata kuliah Praktik Sistem Kendali Cerdas yang sedang digunakan. Hasil dari proses pengumpulan data tersebut didapatkan kebutuhan-kebutuhan untuk mempelajari materi Jaringan Syaraf Tiruan dari proses perancangan, pembuatan, hingga pengujian. Keterbatasan media pembelajaran yang digunakan sekarang dan tujuan pembelajaran yang diperoleh dari silabus.

## **3. Desain Produk**

Desain produk merupakan langkah awal perencanaan suatu produk yang akan diproduksi. Produk yang akan dikembangkan pada penelitian ini meliputi *Software* yang dibuat menggunakan fitur GUIDE pada Matlab dan *Hardware* dengan kontrol Arduino yang dibuat menggunakan bahan akrilik. Berikut hasil desain produk :



Gambar 1. Desain *Hardware* Trainer Jaringan Syaraf Tiruan



Gambar 2. Desain *Software* Trainer Jaringan Syaraf Tiruan

#### 4. Validasi Desain

Validasi desain produk dilakukan oleh Dosen Pengampu mata kuliah Praktik Sistem Kendali Cerdas yang sekaligus dosen pembimbing TAS. Desain yang dilakukan validasi berupa *Software*, desain rancangan *Hardware*, dan desain buku panduan dan *labsheet*. Hasil validasi desain tidak adanya bagian yang ditambahkan ataupun dikurangi sehingga tidak adanya revisi pada desain.

#### 5. Revisi Desain

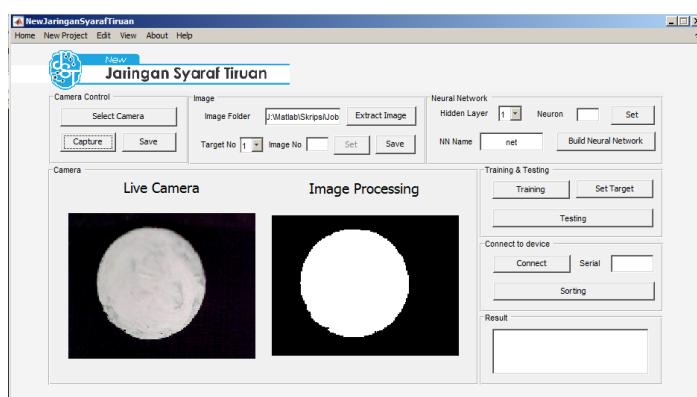
Berdasarkan hasil validasi desain oleh Dosen Pengampu sekaligus dosen pembimbing TAS, tidak adanya penambahan dan perubahan pada desain *Software*, *hardware* dan *labsheet*.

## 6. Pembuatan Produk

Langkah pembuatan produk merupakan tahapan implementasi dari desain produk yang telah dirancang. Proses pembuatan produk diawali dengan pembuatan *Software* menggunakan fitur GUIDE pada Matlab, dilanjutkan dengan pembuatan *Hardware* menggunakan bahan akrilik, dan pembuatan *Labsheet dan Buku Panduan*. Berikut tahapan pembuatan produk:

### a. *Software*

*Software* dibuat dengan menggunakan fitur GUIDE pada Matlab, yang selanjutnya dilakukan *packaging* sehingga menjadi App yang bisa dijalankan pada Matlab. Gambar 16 merupakan implementasi awal desain pada *Software Trainer Jaringan Syaraf Tiruan*, yang selanjutnya dikonsultasikan kepada dosen pembimbing.



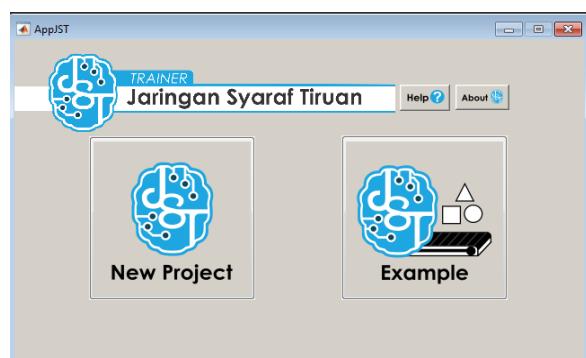
Gambar 3. Implementasi awal *Software Trainer Jaringan Syaraf Tiruan*

Hasil konsultasi implementasi awal *Software Trainer Jaringan Syaraf Tiruan*, didapati perlu adanya penambahan dan revisi pada penulisan. Bagian penambahan ditampilkan pada tabel 9.

Tabel 1. Hasil konsultasi implementasi awal *Software*

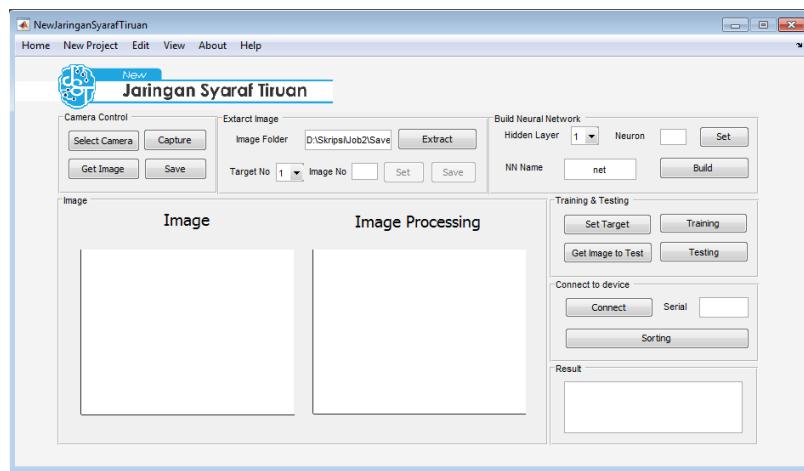
Desain Awal	Hasil Validasi
<p><b>Tampilan Software</b></p> <p><b>Dosen :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dirubah posisi tombol “Set Target”</li> <li>- Ditambahkan tombol mengambil gambar dari komputer untuk pelatihan dan pengujian</li> <li>- Dirubah text “Build Neural Network” menjadi “Build”</li> <li>- Dirubah text “Extract Image” menjadi “Extract”</li> </ul>	

Hasil konsultasi oleh dosen pembimbing perlu penambahan bagian pada *software*, dimana memiliki beberapa halaman utama diantaranya Home, New Project, dan Example. Hasil revisi juga ditampilkan pada gambar 18. Berikut bagian-bagian halaman utama :



Gambar 4. Halaman Home *Software* Trainer Jaringan Syaraf Tiruan

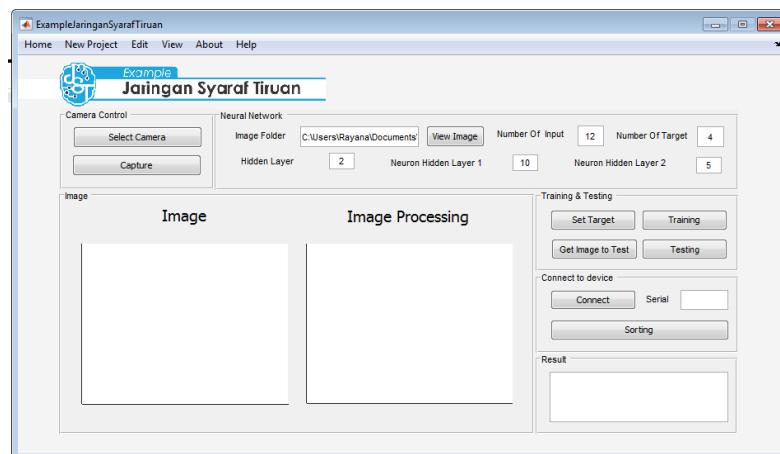
Halaman *Home* memiliki 4 komponen tombol yang terdiri dari *New Project*, *Example*, *About*, dan *Help*. Setiap tombol memiliki fungsi untuk menampilkan halaman selanjutnya.



Gambar 5. Halaman *New Project* Software Trainer Jaringan Syaraf Tiruan

Halaman *New Project* memiliki 7 bagian diantaranya *Camera Control*, *Extract Image*, *Image*, *Build Neural Network*, *Training & Testing*, *Connect to device*, dan *Result*. Bagian-bagian ini terdapat beberapa tombol, textbox dan pop-up menu, dimana bagian-bagian ini mempunyai fungsi yang salit terhubung. *Camera Control* berfungsi untuk mengaktifkan webcam untuk ditampilkan secara langsung pada bagian *Image*, mengambil gambar secara langsung dan dilakukan pemrosesan, mengambil gambar melalui folder pada komputer, menyimpan hasil gambar yang telah diproses. *Extract Image* berfungsi untuk mengambil nilai pada gambar yang berupa *shape factor*, dan *eccentricity*, membuat data pengelompokan gambar. *Image* berfungsi untuk menampilkan gambar webcam secara langsung, menampilkan gambar yang ditangkap serta hasil olahan gambar, menampilkan gambar yang diambil dari folder serta hasil olahan gambar. *Build Neural Network* berfungsi untuk membangun sebuah jaringan syaraf tiruan dengan jumlah layer dan

neuron yang dapat diatur. *Training & Testing* berfungsi untuk memberikan nama dari setiap kelompok untuk ditampilkan pada bagian *Result*, melatih data yang sudah didapat pada jaringan syaraf tiruan yang sudah dibentuk, mengambil gambar secara langsung dan dilakukan pemrosesan, mengambil gambar pada folder dan dilakukan pemrosesan. *Connect to device* berfungsi untuk menghubungkan *Software* dengan *Hardware*, mengambil gambar secara langsung dan dilakukan pemrosesan. *Result* berfungsi untuk menampilkan nama dari hasil pengelompokan.



Gambar 6. Halaman *Example Software* Trainer Jaringan Syaraf Tiruan

Halaman *Example* memiliki 6 bagian diantaranya *Camera Control*, *Image*, *Neural Network*, *Training & Testing*, *Connect to device*, dan *Result*. Bagian-bagian ini terdapat beberapa tombol, textbox dan pop-up menu, dimana bagian-bagian ini mempunyai fungsi yang salit terhubung. *Camera Control* berfungsi untuk mengaktifkan webcam untuk ditampilkan secara langsung pada bagian *Image*, mengambil gambar secara langsung dan dilakukan pemrosesan. *Image* berfungsi untuk menampilkan gambar webcam secara langsung, menampilkan gambar yang ditangkap serta hasil olahan gambar, menampilkan gambar yang diambil dari folder serta hasil olahan gambar.

*Neural Network* berfungsi untuk menampilkan nilai contoh jaringan syaraf tiruan yang digunakan. *Training & Testing* berfungsi untuk memberikan nama dari setiap kelompok untuk ditampilkan pada bagian *Result*, melatih data yang sudah didapat pada jaringan syaraf tiruan yang sudah dibentuk, mengambil gambar secara langsung dan dilakukan pemrosesan, mengambil gambar pada folder dan dilakukan pemrosesan. *Connect to device* berfungsi untuk menghubungkan *Software* dengan *Hardware*, mengambil gambar secara langsung dan dilakukan pemrosesan. *Result* berfungsi untuk menampilkan nama dari hasil pengelompokan.

**b. *Hardware***

*Hardware* dibuat menyerupai *Sorting Machine* dibuat dengan menggunakan akrilik yang dilapisi stiker memiliki ukuran 40cm x 20cm x 20cm. Gambar merupakan *Hardware* dilihat tampak atas dan samping. Komponen elektronik yang digunakan diantaranya Arduino, LCD 16x2, Push Button, *Obstacle* Sensor, Servo Motor, Webcam, Motor DC dan *power supply*. Penggunaan kabel *jumper* sebagai penghubung antar komponen dengan Arduino. Komponen yang digunakan mempunyai fungsi masing-masing. Arduino sebagai pengolah data informasi dari *Software* dan selanjutnya mengolahnya menjadi sebuah aksi. LCD 16x2 berfungsi menampilkan segala bentuk informasi yang dikerjakan. Push Button digunakan untuk penentuan proses yang akan dilakukan, pemberhentian, dan pengaturan ulang. *Obstacle* Sensor berfungsi untuk mendeteksi setiap objek yang melintas didepannya. Servo Motor berfungsi untuk mendorong objek kedalam rak yang sudah disiapkan. Webcam berfungsi untuk mendeteksi objek, mengamati secara langsung dan terhubung ke komputer. Motor DC berfungsi untuk menggerakan *belt*

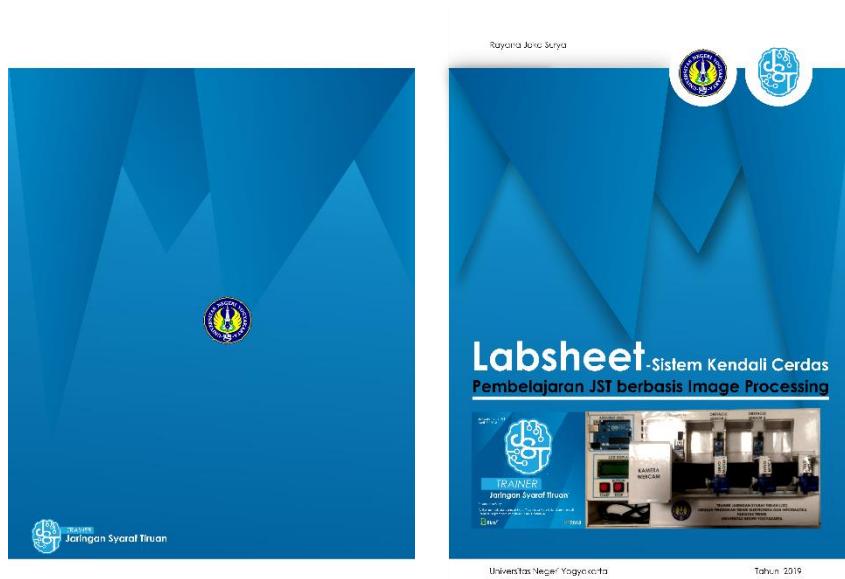
konveyor sehingga benda diatas *belt* dapat berpindah. *Power supply* berfungsi untuk memberikan *supply* tegangan yang cukup untuk komponen-komponen elektronik yang digunakan.



Gambar 7. *Hardware* Trainer Jaringan Syaraf Tiruan

### c. *Labsheet*

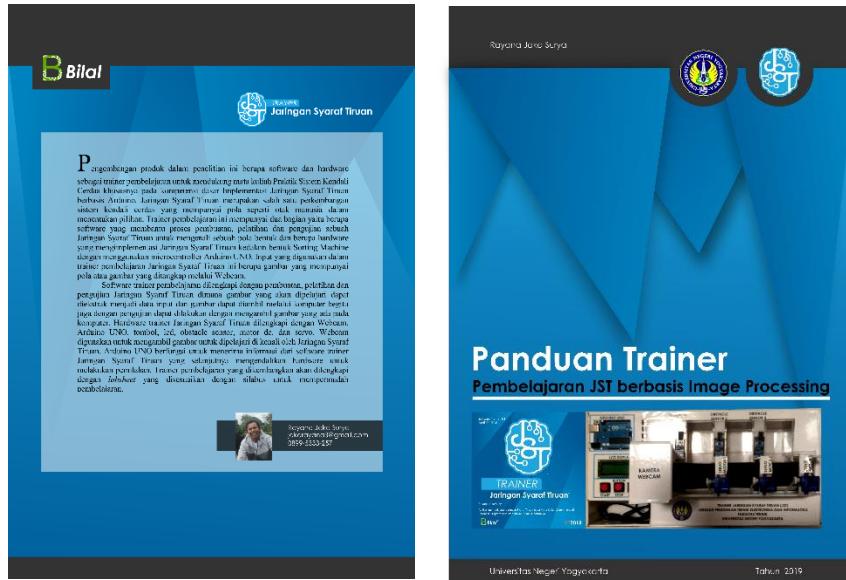
*Labsheet* merupakan lembar kerja yang akan digunakan oleh mahasiswa untuk menggunakan trainer pembelajaran. Pembuatan *Labsheet* disesuaikan dengan media pembelajaran yang telah dibuat. *Labsheet* terdiri dari 3 bagian meliputi 1) Pengenalan *Software* Trainer JST berbasis *Image Processing*, 2) *Build*, *Training* dan *Testing* JST dengan *Software* Trainer JST berbasis *Image Processing*, dan 3) Akses *Hardware* Trainer JST. Masing-masing bagian memiliki struktur sebagai berikut: tujuan pembelajaran, teori dasar, alat dan bahan, keselamatan kerja, skema rangkaian, langkah kerja, dan tugas. Gambar 23 menunjukkan bentuk fisik *Labsheet*.



Gambar 8. *Labsheet* Trainer Jaringan Syaraf Tiruan

#### d. Buku Panduan

Buku Panduan merupakan buku yang terdapat informasi mengenai Trainer Jaringan Syaraf Tiruan secara lengkap. Buku ini akan menjelaskan mengenai dasar-dasar keilmuan membangun Trainer Jaringan Syaraf Tiruan dan terdapat informasi mengenai penggunaan *Software* dan *Hardware*. Secara garis besar buku ini terdiri dari 1) Pengenalan secara umum Trainer Jaringan Syaraf Tiruan, 2) Pengenalan *Software*, 3) Pengenalan *Hardware*, 4) Penggunaan *Software*, 5) Penggunaan *Hardware*, dan 6) *Example project*. Gambar 32 menunjukkan bentuk fisik Buku Panduan.



Gambar 9. Buku Panduan Trainer Jaringan Syaraf Tiruan

## 7. Ujicoba Produk

Produk yang sudah jadi selanjutnya dilakukan tahapan ujicoba produk, dimana ujicoba dilakukan dengan dua tahap yaitu uji coba oleh peneliti dan ahli. Ujicoba tahap pertama meliputi ujicoba setiap kinerja *Software*, kinerja komponen *Hardware* dan sub-materi pada buku panduan dan *labsheet*. Ujicoba tahap kedua meliputi uji validasi media dan materi oleh ahli. Berikut pemaparan masing-masing tahap pengujian :

### a. Ujicoba Tahap 1

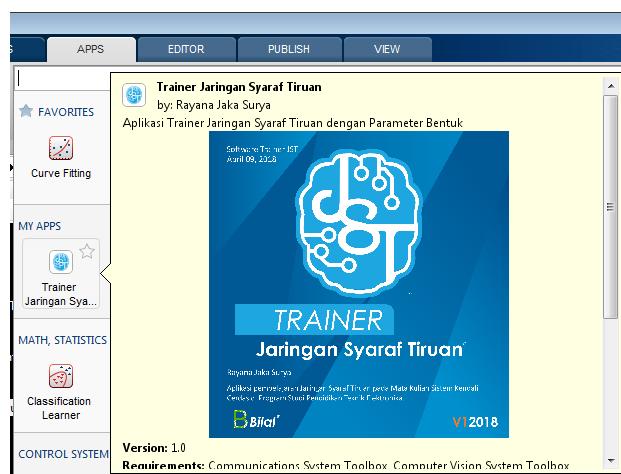
Pengujian tahap pertama bertujuan untuk mengetahui kinerja produk sesuai rancangan atau belum yang dilakukan oleh peneliti. Pengujian dilakukan dengan cara menguji setiap bagian kinerja dari trainer pembelajaran. Pengujian tahap pertama meliputi 1) *Software*, 2) *Hardware*, 3) Pengujian Produk, dan 4) Buku *Labsheet* dan Buku Panduan. Berikut ini adalah hasil ujicoba tahap pertama oleh peneliti.

## 1) *Software*

Pengujian *Software* yaitu menguji kerja dari masing masing bagian *software* diantaranya bagian *Installer*, Mengambil gambar, *Extracting* gambar, *Building* JST, *Training & testing* JST dan Arduino *connection*. Setelah dilakukan pengujian dengan hasil berikut :

### a) *Installer*

Bagian ini merupakan publikasi dari produk berupa file yang dapat di *install* pada komputer yang sudah termuat *software* Matlab. Pengujian dilakukan dengan menginstal file pada komputer lain. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana unjuk kerja dari file *installer* untuk komputer lain.



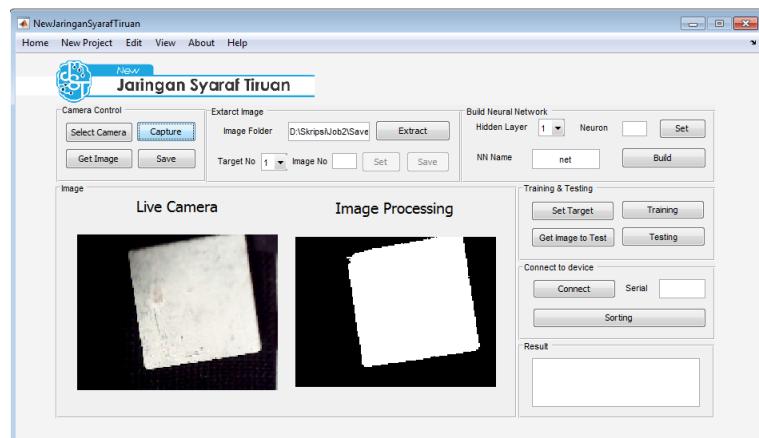
Gambar 10. *Software* Trainer Jaringan Syaraf Tiruan

Pengujian ini didapatkan hasil bahwa file *installer* hanya dapat di *install* pada komputer yang sudah termuatkan *software* Matlab tidak kurang dari versi 2016.

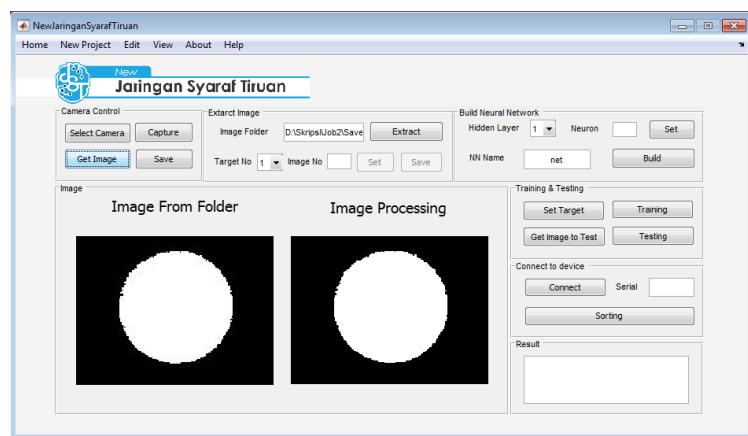
### b) *Mengambil Gambar*

Bagian ini merupakan pengujian dari *software* untuk mengambil gambar, dimana proses pengambilan gambar pada *software* terdiri dari 2 cara. Cara pertama yaitu dengan mengakses kamera webcam, mempilkhan secara langsung pada

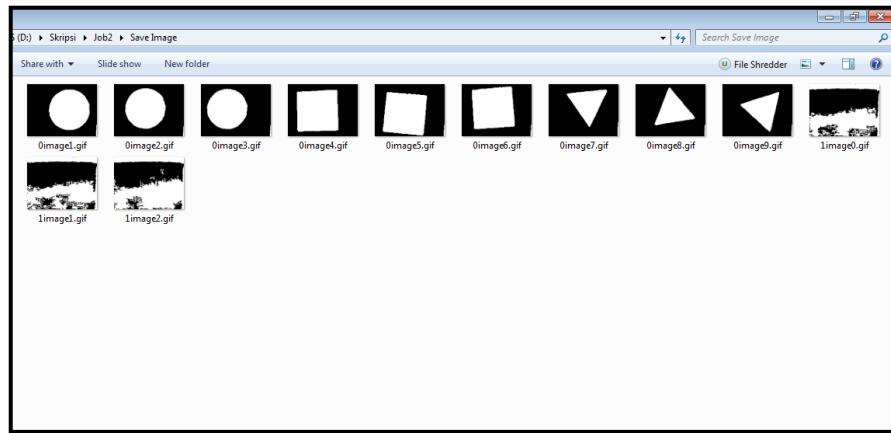
*software*, dapat mengambil sekaligus memproses gambar dan menyimpan hasil gambar yang telah diproses. Cara yang kedua yaitu dengan mengambil gambar melalui folder pada komputer dan memprosesnya, hasil pemrosesan dapat langsung disimpan. Berikut hasil pengujian yang dilakukan :



Gambar 11. Mengakses kamera webcam



Gambar 12. Mengambil gambar melalui folder pada komputer



Gambar 13. Hasil gambar yang tersimpan

Pengujian ini didapatkan hasil bahwa pengambilan gambar dengan cara pertama ataupun cara kedua telah berhasil. Hasil pengambilan gambar telah dapat di proses dan dapat ditampilkan hasil pemrosesannya. Hasil pemrosesan gambar telah dapat disimpan dan dapat di lihat pada folder yang sudah dibuat.

**c) *Extracting* gambar**

Bagian ini merupakan proses dimana pengambilan data dari gambar yang tersimpan yang telah diproses. Data yang diambil dari gambar berupa *Shape factor* dan *eccentricity*. Data-data inilah yang akan dipelajari untuk membedakan setiap bentuk dari suatu gambar. Proses *extracting* ditambahkan dengan pengelompokan gambar berdasarkan gambar dengan pola yang sama. Pengelompokan ini berfungsi untuk mengklasifikasikan data dari proses pengolahan gambar. Berikut hasil pengujian yang dilakukan :

	1	2	3	4
1	1.0233	1.0234	1.0194	0
2	0.1234	0.1856	0.1643	0

Gambar 14. Data input berupa *Shape factor* dan *eccentricity*

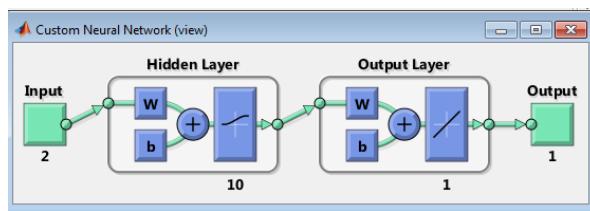
		3	4	5
1	1	1	2	2
2	1	1	2	2

Gambar 15. Data Target atau pengelompokan gambar

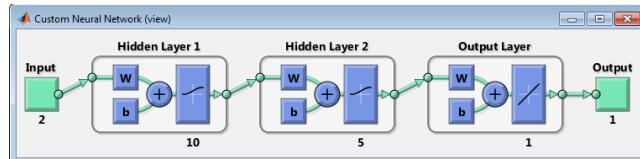
Hasil pengujian ini dapat dilihat pada tabel input dan target. Data input tertuliskan pada baris pertama berupa nilai *shape factor* sedang baris kedua berupa nilai *eccentricity*. Nilai-nilai tersebut didapat dari gambar yang telah diproses. Tabel Target berisikan nomor berdasarkan pengelompokan gambar sesuai urutan gambar pada folder. Hasil dari pengujian ini didapatkan bahwa proses *extracting image* dan pengelompokan target berjalan dengan nilai input dan target dapat digunakan dalam proses pembelajaran JST.

#### d) **Building JST**

Proses pengujian ini dilakukan dengan membangun jaringan syaraf tiruan dengan variasi jumlah hidden layer dan neuron. Hidden layer dapat diatur hingga 2 hidden layer sedangkan jumlah neuron sesuai dengan keinginan. Pengujian ini akan melihat hasil diagram dari Jaringan Syaraf Tiruan yang dibentuk. Berikut hasil pengujian yang dilakukan :



Gambar 16. Jaringan Syaraf Tiruan dengan *Single Layer*



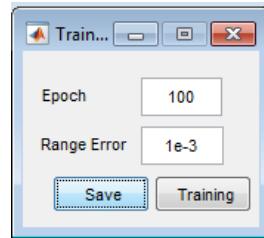
Gambar 17. Jaringan Syaraf Tiruan dengan *Multi Layer*

Pengujian ini ditampilkan hasil pembuatan Jaringan Syaraf Tiruan dengan jumlah *layer* dan *neuron* berbeda-beda. Tampilan tersebut menjelaskan jumlah *input* terdiri dari 2 data yaitu *Shape factor* dan *eccentricity* dan dengan 1 nilai *output*.

#### e) **Training & testing JST**

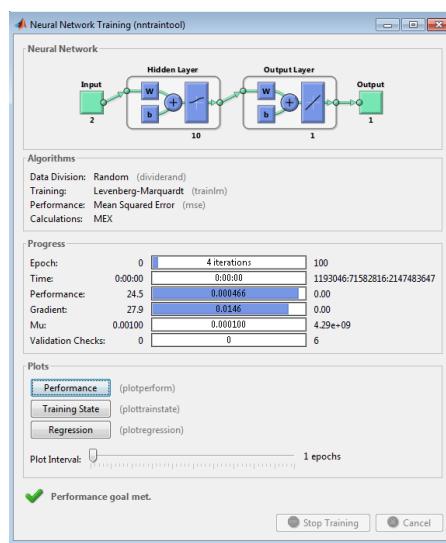
Proses pengujian ini dilakukan dengan melatih data-data yang sudah didapatkan dan mengujinya dengan data yang baru. Proses pelatihan dibutuhkan nilai *epoch* dan nilai *range error*, untuk digunakan pada proses pembelajaran Jairngan Syaraf Tiruan. Proses pengujian dilakukan dengan mengambil data baru dan dikenali

menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan yang sudah dibuat. Pengambilan data baru dapat melalui kamera *webcam* atau melalui folder pada komputer. Berikut hasil pengujian proses pembelajaran dan pengujian dengan jumlah *hidden layer* dan *neuron* berbeda :

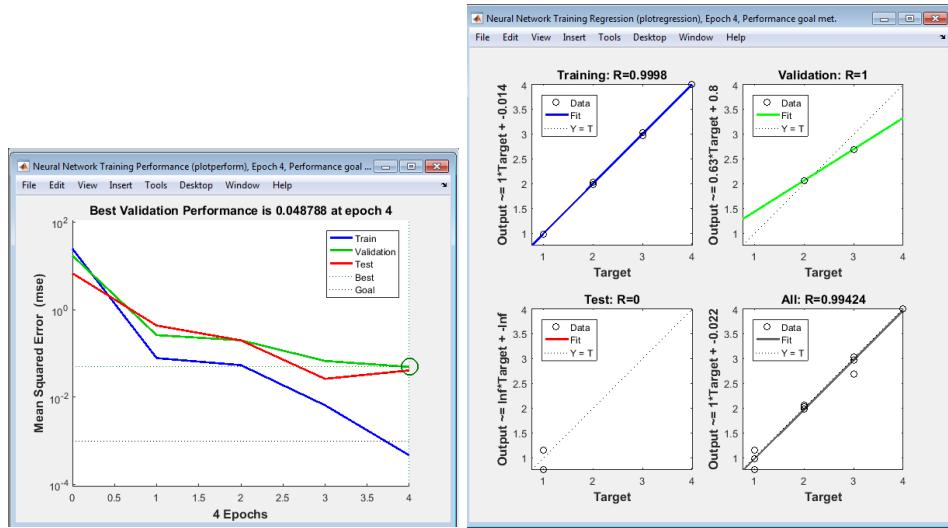


Gambar 18. Mengatur jumlah *epoch* dan *range error*

Pengujian ini dilakukan dengan jumlah *epoch* dan *range error* yang sama. *Epoch* bernilai 100 dan *range error* bernilai 1e-3. Nilai ini yang akan menentukan proses pembelajaran.

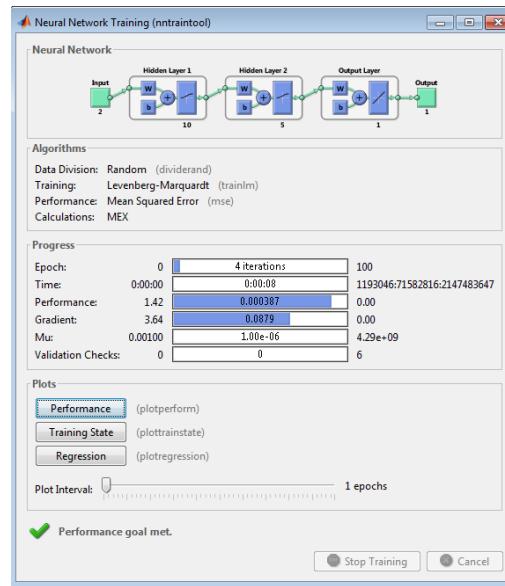


Gambar 19. Proses pelatihan dengan 1 *Hidden layer* dengan 10 *neuron*

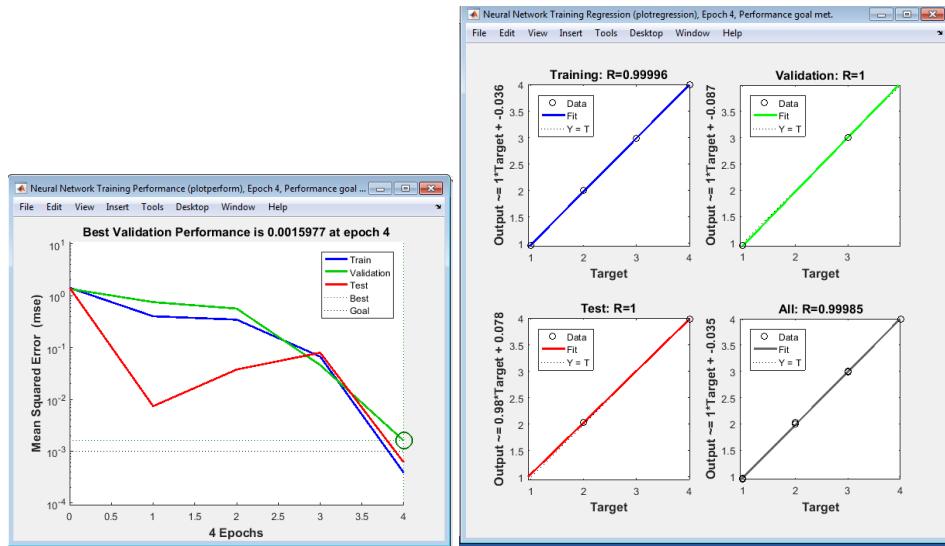


Gambar 20. Hasil proses pelatihan dengan 1 *Hidden layer* dengan 10 *neuron*

Pengujian dengan 1 *hidden layer* dengan 10 *neuron*. *Epoch* bernilai 100 dan *range error* bernilai 1e-3. Data yang dipelajari berjumlah 12 dengan 4 target. Hasil pembelajaran ditunjukkan pada *Performance* dan *regression* dengan nilai MSE 0,048788 pada 4 *epoch*. Proses pelatihan telah dapat dilakukan pada pengujian ini.



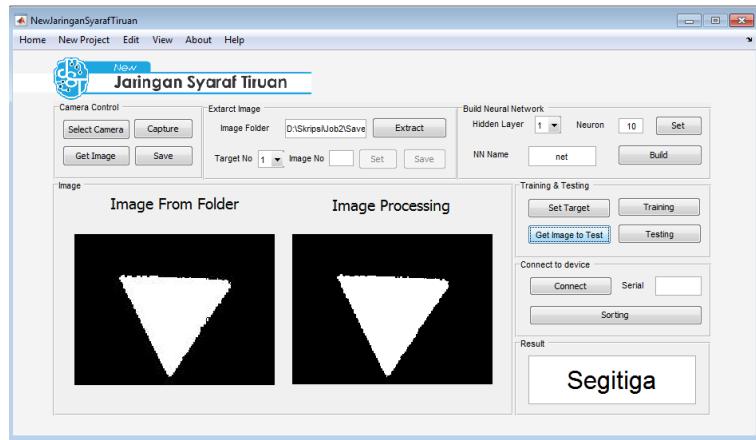
Gambar 21. Proses pelatihan dengan 2 *Hidden layer* dengan 10 *neuron* dan 5 *neuron*



Gambar 22. Hasil proses pelatihan dengan 2 *Hidden layer* dengan 10 *neuron* dan 5 *neuron*

Pengujian selanjutnya dengan 2 *hidden layer* dengan 10 *neuron* dan 5 *neuron*. *Epoch* bernilai 100 dan *range error* bernilai 1e-3. Data yang dipelajari berjumlah 12 dengan 4 target. Hasil pembelajaran ditunjukan pada *Performance* dan *regression* dengan nilai MSE 0,0015977 pada 4 *epoch*. Proses pelatihan telah dapat dilakukan pada pengujian ini, sehingga hasil dari pengujian *Training* telah dapat digunakan.

Hasil *Training* selanjutnya digunakan pada proses *Testing*, dimana pada proses *testing* akan mengambil data baru untuk dikenali. Data baru didapat melalui *webcam* atau melalui file dari folder.



Gambar 23. Hasil pengujian Jaringan Syaraf Tiruan

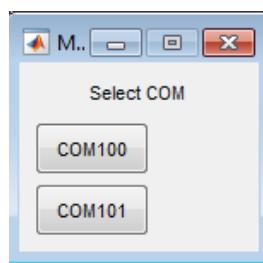
Hasil pengujian menggunakan data yang didapat dari gambar yang diambil dari folder menunjukkan hasil pengenalannya. Pengujian dilakukan dengan beberapa variasi gambar dengan data yang telah dipelajari. Berikut tabel hasil pengujian:

Tabel 2. Hasil Pengujian *Testing* JST

<b>Bentuk</b>	<b>Pengujian</b>					<b>Kesalahan (%)</b>
	1	2	3	4	5	
Bulat	✓	✓	✓	✓	✓	0
Kotak	✓	✓	✓	✓	✓	0
Segitiga	✓	✓	✓	✓	✓	0
Kosong/error	✓	✓	✓	✓	✓	0
<b>Rata % Error</b>					<b>0</b>	

#### f) *Arduino connection*

Pengujian ini dilakukan dengan menghubungkan Arduino dengan komputer dan melakukan komunikasi. Komunikasi antara Arduino dengan *Software Trainer JST* berupa pengiriman data dari *Software* ke Arduino untuk selanjutnya diolah menjadi sebuah tindakan oleh Arduino. Hasil pengujian komunikasi antara *Software* dengan Arduino berikut :



Gambar 24. Com Port yang terdeteksi oleh *Software*

Hasil pengujian ini didapati bahwa *Software* telah dapat mendeteksi com port yang terhubung. Data yang dikirimkan oleh *Software* telah dapat diterima Arduino.

## 2) *Hardware*

Pengujian *Hardware* yaitu menguji kerja dari masing masing bagian *Hardware* diantaranya bagian *Power Supply*, Arduino, *Push Button*, *Obstacle Sensor*, Kamera Web, LCD 16x2, Motor konveyor, dan Motor Servo. Berikut hasil pengujian *hardware*:

### a) *Power Supply*

Pengujian *power supply* dilakukan dengan mengukur tegangan *output*. *Input* tegangan untuk *Hardware* yaitu 220 Volt dengan arus AC. *Output* tegangan yang diharuskan yaitu 5 Volt dengan arus DC. Berikut ini adalah hasil pengujian *Power Supply*

Tabel 3. Hasil Pengujian *Power Supply*

Pengujian	Input	Output	Error (%)
1	220V AC	5V DC	0
2	220V AC	4.8V DC	4
3	220V AC	4.9V DC	2
4	220V AC	5V DC	0
5	220V AC	4.9V DC	2
<b>Rata % Error</b>			1.6

### b) **Arduino**

Pengujian Arduino dilakukan dengan mengunggah program *example blink* dan *Communication Serial* pada Arduino IDE dan melakukan komunikasi serial. Pengujian ini didapati hasil bahwa Arduino bekerja dengan baik ditandai dengan Arduino dapat diunggah program *example blink* dan menjalankan sesuai program yaitu menyalakan led pada pin 13 secara berkedip. Hasil itu juga didukung dengan berjalannya Arduino sesuai dengan program *communication serial*.

### c) **Push Button**

Pengujian *push button* dilakukan dengan menekan ketiga *push button*. *Push button* di *set* dengan kondisi *active high* (1), ketika *push button* ditekan dan kondisi aktif maka tegangan yang masuk ke mikokontroler akan bersifat *high*. Berikut ini adalah hasil pengujian ketiga *push button*.

Tabel 4. Hasil Pengujian *Push Button*

<b>Push Button</b>	<b>Pengujian</b>					<b>Error (%)</b>
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	
Button Start	√	√	√	√	√	0
Button Stop	√	√	√	√	√	0
Button Reset	√	√	√	√	√	0
<b>Rata % Error</b>					0	

Hasil pengujian ini didapati bahwa ketiga *Push Button* bekerja dengan baik. Dibuktikan dengan hasil pada tabel 12 dengan dapat terbaca oleh Arduino kondisi dari *push button* saat Aktif.

### d) **Obstacle Sensor**

Pengujian *Obstacle Sensor* dilakukan dengan melewatkkan penghalang didepan ketiga *Obstacle Sensor* secara bergantian. *Obstacle Sensor* di *set* dengan kondisi

*active high* (1), ketika *Obstacle Sensor* mendeteksi benda didepannya dan kondisi aktif maka tegangan yang masuk ke mikokontroler akan bersifat *high*. Berikut ini adalah hasil pengujian ketiga *Obstacle Sensor*.

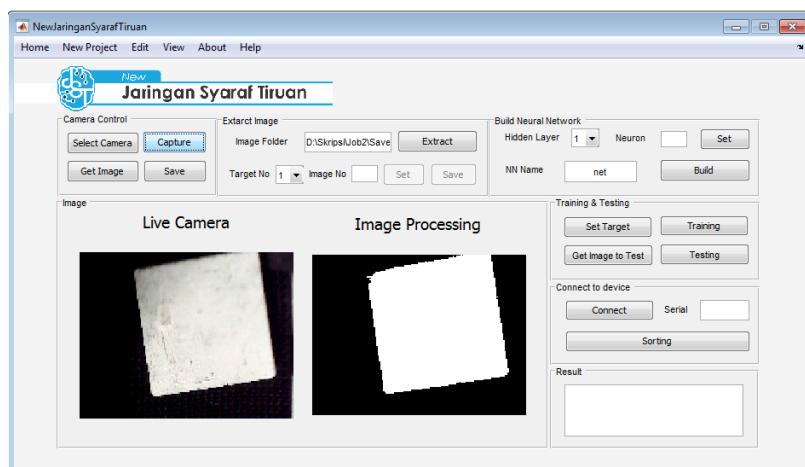
Tabel 5. Hasil Pengujian *Obstacle Sensor*

<i>Obstacle Sensor</i>	<b>Pengujian</b>					<b>Error (%)</b>
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	
Sensor 1	√	√	√	√	√	0
Sensor 2	√	√	√	√	√	0
Sensor 3	√	√	√	√	√	0
<b>Rata % Error</b>						0

Hasil pengujian ini didapati bahwa ketiga *Obstacle Sensor* bekerja dengan baik. Dibuktikan dengan hasil pada tabel 13 dengan dapat mendeteksi benda saat melintasinya.

### e) Kamera Web

Pengujian ini dapat dilakukan dengan menggunakan *Software* dengan cara mengakses kamera melalui fitur pada *Software*. Berikut hasil pengujian yang dilakukan:



Gambar 25. Mengakses kamera webcam

Hasil pengujian ini kamera web dengan hasil dapat menampilkan secara langsung pada *Software* dan dapat mengambil gambar yang ditampilkan.

#### f) LCD 16x2

Pengujian LCD 16x2 dilakukan dengan menguji untuk menampilkan tulisan di LCD. Program yang digunakan untuk menampilkan tulisan “Tekan Start...” pada baris ke-1. Berikut ini program untuk menguji tampilan LCD sesuai pernyataan diatas.

```
lcd.begin(16, 2);
lcd.clear ();
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print ("Tekan Start...");
```



Gambar 26. Tampilan hasil pengujian LCD 16x2

Hasil pengujian ini LCD 16x2 didapati hasil bahwa LCD dapat menampilkan karakter sesuai dengan program yang diunggah pada Arduino.

#### g) Motor konveyor

Pengujian kinerja motor konveyor dilakukan dengan mencoba untuk menggerakan motor bergerak maju dengan memberikan tegangan ke motor

konveyor. Pengujian dilakukan ketika ada benda yang dipindahkan dan ketika tidak ada benda yang dipindahkan. Berikut ini adalah hasil pengujian motor konveyor.

Tabel 6. Hasil Pengujian Motor konveyor

Motor DC	Tanpa Benda					Dengan Benda					Error (%)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Motor Konveyor	√	√	√	√	√	√	X	√	√	√	10
<b>Rata % Error</b>											10

Hasil pengujian ini Motor konveyor didapati hasil bahwa motor konveyor telah dapat memindahkan benda dari satu titik ke titik lainnya.

#### h) Motor Servo

Pengujian motor servo dilakukan dengan menggerakkan ketiga servo dari sudut 0 sampai 180 derajat. Berikut ini adalah hasil pengujian motor servo pada tabel 15.

Tabel 7. Hasil Pengujian Motor Servo

Motor Servo	Program Motor Servo	Hasil Pergerakan Motor Servo					Error (%)
		1	2	3	4	5	
Motor servo 1	0°	1°	-1°	0°	0°	0°	1.11
	45°	45°	47°	46°	46°	45°	2.22
	90°	90°	92°	91°	91°	90°	2.22
	135°	130°	134°	135°	135°	133°	4.44
	180°	185°	183°	180°	182°	180°	5.56
Motor servo 2	0°	0°	0°	1°	-1°	0°	1.11
	45°	47°	46°	46°	45°	45°	2.22
	90°	92°	91°	91°	90°	90°	2.22
	135°	135°	135°	134°	134°	135°	1.11
	180°	183°	180°	182°	180°	180°	2.78
Motor servo 3	0°	0°	1°	-1°	0°	0°	1.11
	45°	45°	45°	47°	46°	45°	1.67
	90°	90°	90°	92°	91°	91°	2.22
	135°	135°	135°	135°	130°	134°	3.33
	180°	180°	180°	183°	180°	182°	2.78
<b>Rata % Error</b>							2.41

Hasil pengujian ini Motor servo didapati hasil bahwa ketiga motor servo dapat bergerak sesuai sudut yang telah diunggah pada Arduino dengan rata-rata kesalahan sebesar 2.41%.

### 3) Pengujian Produk

Pengujian produk yaitu menguji kinerja *Software* dan *Hardware* dalam mengenali objek yang telah dipelajari oleh Jaringan Syaraf Tiruan dan memilahnya. Pengujian dilakukan dengan mengenalkan objek bulat, kotak, segitiga dan objek error kepada JST, kemudian *Software* dapat mengenali objek yang telah dipelajari dan *Hardware* memilah objek sesuai rak yang telah disediakan.

Tabel 8. Hasil Pengujian Produk

Objek Berbentuk	<i>Software</i>					<i>Hardware</i>					Error (%)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Bulat	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	0
Kotak	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	0
Segitiga	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	0
Kosong/error	√	√	√	X	√	√	√	X	√	√	10
<b>Rata % Error</b>											2.50

Hasil pengujian produk didapati hasil bahwa pada proses pemilahan objek oleh *Software* dan *Hardware* dapat mengenali dan memilah objek sesuai dengan rak yang disediakan dengan rata-rata kesalahan sebesar 2.50%.

### 4) *Labsheet* dan Buku Panduan

Pengujian *Labsheet* dan Buku Panduan yaitu menguji isi materi dan langkah kerja dari *labsheet* dan isi dari buku panduan. Pengujian dilakukan dengan membaca ulang isi muatan pada materi dan melakukan uji coba kerja sesuai dengan

*labsheet*. Hasil pengujian ini didapati bahwa materi dan langkah kerja telah cukup menjelaskan tentang Trainer Jaringan Syaraf Tiruan.

### **b. Ujicoba Tahap 2**

Ujicoba tahap kedua yaitu pengujian tingkat validasi penggunaan media pembelajaran. Tahapan pengujian meliputi uji validasi isi (*content validity*) oleh ahli materi dan uji validasi konstrak (*construct validity*) oleh ahli media. Ahli materi merupakan seseorang yang memahami materi pembelajaran praktik sistem kendali cerdas khususnya pada Jaringan Syaraf Tiruan. Ahli materi pertama adalah Bapak Aris Nasuha, S.Si.,M.T dan ahli materi kedua adalah Ibu Dessy Irmawati, S.T., M.T yang keduanya merupakan Dosen Pendidikan Teknik Elektronika UNY. Ahli media merupakan seseorang yang ahli dalam media pembelajaran. Ahli media pertama adalah Bapak Suprapto, Ph.D dan ahli media kedua adalah Ibu Nur Hasanah, S.T., M.Cs yang keduanya juga merupakan Dosen Pendidikan Teknik Elektronika UNY.

Tahapan untuk mendapatkan validasi dari para ahli, pada ahli materi peneliti memberikan materi-materi mengenai Trainer Jaringan Syaraf Tiruan berupa Buku Panduan dan *Labsheet* sedangkan untuk ahli media peneliti akan menambahkan demo kerja Trainer Jaringan Syaraf Tiruan. Peneliti memberikan angket untuk selanjutnya ahli mengisi angket tingkat kelayakan media pembelajaran. Angket tersebut oleh para ahli dapat memberikan saran atau masukan yang membangun untuk perbaikan pada media pembelajaran jika diperlukan.

## 1) Hasil Uji Validasi Konstruk (*Construct Validity*)

Hasil uji validasi konstruk berupa tanggapan ahli media terhadap media pembelajaran sesuai dengan angket. Penilaian ditinjau dari aspek kualitas teknik.

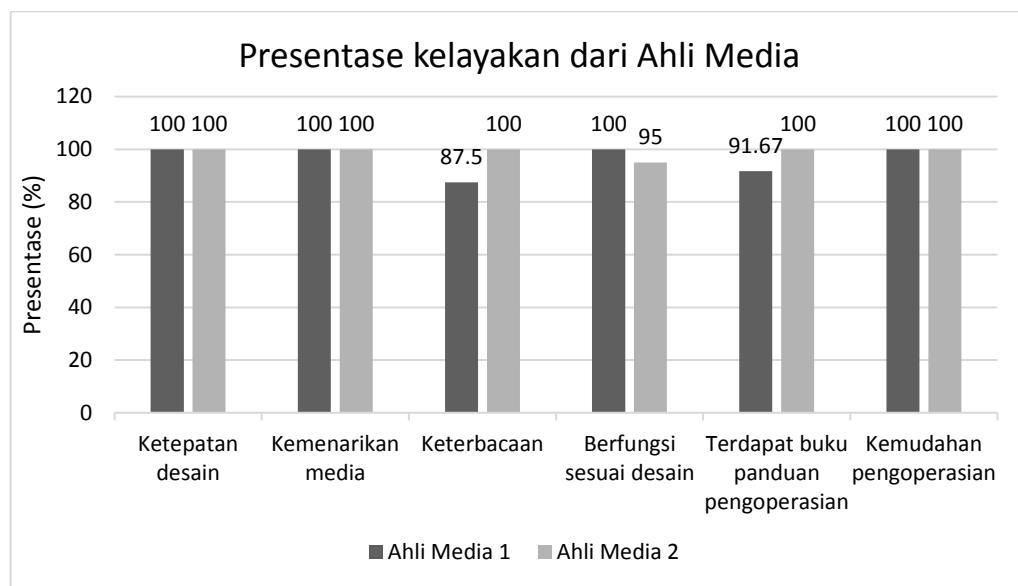
Data penilaian para ahli dapat dilihat pada tabel 17.

Tabel 9. Data Hasil Uji Validasi Ahli Media

Aspek	Indikator	No Butir	Skor Maks	Skor Ahli 1	Skor Ahli 2	Rerata Skor	
Kualitas Teknik	Ketepatan desain	1	4	4	4	4	
		2	4	4	4	4	
		3	4	4	4	4	
		4	4	4	4	4	
	Jumlah		16	16	16	16	
	Kemenarikan media	5	4	4	4	4	
		6	4	4	4	4	
	Jumlah		8	8	8	8	
	Keterbacaan	7	4	4	4	4	
		8	4	4	4	4	
		9	4	3	4	3.5	
		10	4	3	4	3.5	
	Jumlah		16	14	16	15	
Berfungsi sesuai desain	Terdapat buku panduan pengoperasian	11	4	4	4	4	
		12	4	4	3	3.5	
		13	4	4	4	4	
		14	4	4	4	4	
		15	4	4	4	4	
	Jumlah		20	20	19	19.5	
	Kemudahan pengoperasian	16	4	3	4	3.5	
		17	4	4	4	4	
		18	4	4	4	4	
	Jumlah		12	11	12	11.5	
	Jumlah	19	4	4	4	4	
		20	4	4	4	4	
Jumlah		8	8	8	8		
<b>Jumlah</b>		80	77	79	78		
<b>Presentase (%)</b>		100	96,25	98,75	97,5		

Berdasarkan data pada tabel 17, persentase kelayakan dari ahli media dapat digambarkan dalam bentuk diagram batang ditinjau dari 6 indikator yaitu ketepatan

desain, kemenarikan media, keterbacaan, berfungsi sesuai desain, terdapat buku panduan pengoprasian, dan kemudahan pengoprasian dapat dilihat pada gambar 40 sebagai berikut.



Gambar 27. Grafik persentase dari Ahli Media

Berdasarkan tabel 17 dan gambar 40 dapat diperoleh data kelayakan trainer Jaringan Syaraf Tiruan ditinjau dari aspek kualitas teknik yang telah dilakukan oleh dua ahli media mendapatkan hasil sebesar 96,25% oleh Ahli media 1 dan 98,75% oleh Ahli media 2.

Hasil perolehan pengujian oleh dua ahli media ditinjau dari aspek kualitas teknik yang memiliki 6 indikator yaitu ketepatan desain, kemenarikan media, keterbacaan, berfungsi sesuai desain, terdapat buku panduan pengoprasian, dan kemudahan pengoprasian secara keseluruhan nilai validitas konstruk Training Kit Pembelajaran Jaringan Syaraf Tiruan adalah **97,5%**. Berdasarkan hasil perolehan nilai tersebut, maka Training Kit Pembelajaran Jaringan Syaraf Tiruan dinyatakan

**Sangat Layak** digunakan sebagai media pembelajaran pada mata kuliah praktik sistem kendali cerdas di prodi Pendidikan Teknik elektronika FT UNY.

## 2) Uji Validasi Isi (*Content Validity*)

Hasil uji validasi isi berupa tanggapan para ahli materi terhadap materi pembelajaran sesuai dengan angket. Penilaian ditinjau dari dua aspek meliputi kualitas isi dan tujuan dan kualitas instruksional. Data penilaian para ahli dapat dilihat pada tabel 18.

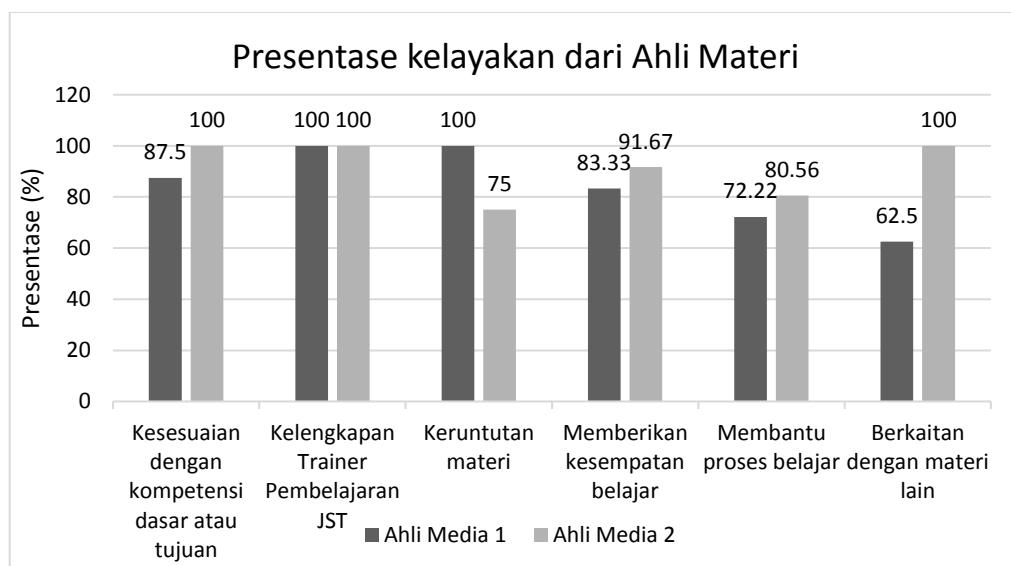
Tabel 10. Data Hasil Uji Validasi Ahli Materi

No	Aspek	Indikator	No Butir	Skor Maks	Skor Ahli 1	Skor Ahli 2	Rerata Skor
1.	Kualitas isi dan tujuan	Kesesuaian dengan kompetensi dasar atau tujuan	1	4	4	4	4
			2	4	4	4	4
			3	4	4	4	4
			4	4	2	4	3
		Jumlah		16	14	16	15
		Kelengkapan Trainer Pembelajaran JST	5	4	3	3	3
			6	4	3	3	3
		Jumlah		8	6	6	6
		Keruntutan materi	7	4	3	3	3
			8	4	3	3	3
			Jumlah		8	6	7
2.	Kualitas instruksional	Memberikan kesempatan belajar Membantu proses belajar	9	4	3	3	3
			10	4	4	4	4
			11	4	3	4	3.5
			12	4	3	4	3.5
			13	4	3	3	3
			14	4	3	3	3
			15	4	3	3	3
			16	4	3	3	3
			17	4	3	3	3
			18	4	2	3	2.5
			19	4	3	3	3
			20	4	3	4	3.5
		Jumlah		48	36	40	38

Tabel 18. (Lanjutan)

		Berkaitan dengan materi lain	21	4	3	4	3.5		
			22	4	2	4	3		
			Jumlah		8	5	8		
<b>Jumlah</b>			88		67	76	71.5		
<b>Presentase (%)</b>			100		76.136	83.36	81.25		

Berdasarkan data pada tabel 18, persentase kelayakan dari ahli materi dapat digambarkan dalam bentuk diagram batang ditinjau dari dua aspek meliputi kualitas isi dan tujuan dan kualitas instruksional dapat dilihat pada gambar 41 sebagai berikut.



Gambar 28. Grafik Persentase Kualitas Materi dan Kemanfaatan Ahli Materi

Berdasarkan tabel 18 dan gambar 41 dapat diperoleh data kelayakan trainer Jaringan Syaraf Tiruan ditinjau dari dua aspek meliputi kualitas isi dan tujuan dan kualitas instruksional yang telah dilakukan oleh dua ahli materi mendapatkan hasil sebesar 76.136% oleh Ahli materi 1 dan 83.36% oleh Ahli materi 2.

Hasil perolehan pengujian oleh dua ahli materi ditinjau dari dua aspek meliputi kualitas isi dan tujuan dan kualitas instruksional secara keseluruhan nilai validitas isi Training Kit Pembelajaran Jaringan Syaraf Tiruan adalah **81.25%**. Berdasarkan hasil perolehan nilai tersebut, maka Training Kit Pembelajaran Jaringan Syaraf Tiruan dinyatakan **Sangat Layak** digunakan sebagai media pembelajaran pada mata kuliah praktik sistem kendali cerdas di prodi Pendidikan Teknik elektronika FT UNY.

Berdasarkan hasil validasi media kepada para ahli, Training Kit Pembelajaran Jaringan Syaraf Tiruan terdapat masukan atau saran dari ahli materi dan ahli media ditindaklanjuti oleh peneliti agar kualitas media menjadi lebih baik yang ditampilkan dalam tabel 19, tabel 20 dan untuk revisi ditunjukan pada Tabel 21.

Tabel 11. Masukan dari Ahli Materi

No	Masukan Ahli Materi
1	Penulisan kata asing
2	Penulisan kata hubung
3	Penjelasan gambar
4	Penggunaan kata depan dan awalan
5	Penjelasan materi JST

Tabel 12. Masukan dari Ahli Media

No	Masukan Ahli Media
1	Penambahan Materi JST
2	Penjelasan parameter JST
3	Perbaikan penulisan

Tabel 13. Bagian Media Pembelajaran yang direvisi

Bagian yang direvisi	Keterangan
Sampul Buku panduan 	<b>Ahli Materi 2:</b> Penulisan Judul buku di ganti dengan “Panduan Training kit”

## 8. Revisi Produk

Hasil revisi produk dari masukan, komentar dan saran Ahli berikut hasil revisi yang dilakukan. Penambahan materi, perbaikan penulisan dan penjelasan gambar ditambahkan dengan revisi judul buku panduan.



Gambar 29. Hasil Revisi sampul buku panduan

## 9. Ujicoba Pemakaian

### a. Uji Validasi Butir Instrumen

Instrumen yang telah divalidasi oleh ahli (*judgement expert*) selanjutnya akan diuji validitas tiap butir pernyataannya. Hal ini bertujuan untuk mengetahui valid tidaknya setiap butir instrumen sebelum digunakan pada ujicoba pemakaian. Ada empat aspek yang diuji dalam instrumen untuk responden (mahasiswa) meliputi kualitas teknis dan kualitas instruksional. Uji validitas butir instrumen dilaksanakan pada kelas A angkatan 2016 yang berjumlah 20 mahasiswa. Tabel 22 menunjukkan hasil pengujian butir instrumennya.

Tabel 14. Hasil Uji Validasi Butir 1

No. Responden	X	Y	XY	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>
1	3	60	180	9	3600
2	3	63	189	9	3969
3	4	73	292	16	5329
4	3	74	222	9	5476
5	3	63	189	9	3969
6	4	74	296	16	5476
7	3	69	207	9	4761
8	3	65	195	9	4225
9	3	60	180	9	3600
10	4	68	272	16	4624
11	3	56	168	9	3136
12	4	75	300	16	5625
13	3	63	189	9	3969
14	3	61	183	9	3721
15	3	63	195	9	4225
16	3	59	177	9	3481
17	3	66	198	9	4356
18	3	64	192	9	4096
19	3	67	201	9	4489
20	3	60	180	9	3600
Jumlah	64	1305	4205	208	85727

Dari Tabel 22 di atas dapat diambil nilai sebagai berikut:

$$\begin{array}{lll}
 \Sigma X = 64 & \Sigma X^2 & = 208 \\
 \Sigma Y = 1305 & \Sigma Y^2 & = 85727 \\
 \Sigma XY = 4205 & N & = 20
 \end{array}$$

Selanjutnya untuk mengetahui valid/tidaknya butir 1 dapat diketahui dengan cara mengorelasikan skor butir (X) dengan skor total (Y). Berikut ini merupakan rumusnya.

$$\begin{aligned}
 r_{xy} &= \frac{n \sum X_i Y_i - (\sum X_i)(\sum Y_i)}{\sqrt{\{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2\} \{n \sum Y_i^2 - (\sum Y_i)^2\}}} \\
 r_{xy} &= \frac{20 \times 4205 - (64)(1305)}{\sqrt{\{20 \times 208 - (64)^2\} \{20 \times 85727 - (1305)^2\}}} \\
 r_{xy} &= 0.675625504233922
 \end{aligned}$$

Data lengkap perhitungannya ada pada lampiran. Kriteria yang digunakan untuk uji validitas butir instrumen apabila **rhitung** lebih dari sama dengan **rtablel**, maka butir instrumen dianggap valid. Dari data **rtablel** dengan taraf signifikansi 5% sebesar 0,444. Oleh karena itu maka perhitungan nilai **rhitung** diatas dinyatakan valid karena  $0.675 \geq 0.444$ . Tabel 23 merupakan hasil perhitungan tiap butir instrumen.

Tabel 15. Hasil Perhitungan Validasi Instrumen

Butir	Rhitung	Rtabel	Ket	Butir	Rhitung	Rtabel	Ket
1	0.675	0.444	Valid	11	0.395	0.444	Tidak Valid
2	0.478	0.444	Valid	12	0.688	0.444	Valid
3	0.396	0.444	Tidak Valid	13	0.661	0.444	Valid
4	0.655	0.444	Valid	14	0.494	0.444	Valid
5	0.371	0.444	Tidak Valid	15	0.646	0.444	Valid
6	0.548	0.444	Valid	16	0.770	0.444	Valid
7	0.779	0.444	Valid	17	0.396	0.444	Tidak Valid
8	0.382	0.444	Tidak Valid	18	0.551	0.444	Valid
9	0.267	0.444	Tidak Valid	19	0.597	0.444	Valid
10	0.478	0.444	Valid	20	0.557	0.444	Valid

Hasil pada Tabel 23 menunjukkan sebagian butir instrumen valid. 6 butir instrumen pada nomor 3,5,8,9,10 dan 17 tehitung tidak valid. Karena ketidak validan tersebut, butir instrumen yang tidak valid tidak dihitung untuk olah data pada uji kelayakan pemakaian. Pengurangan butir instrumen tersebut dapat dilakukan karena butir yang dihilangkan tersebut masih mempunyai butir yang lain untuk mewakili indikator di dalam kisi-kisi.

#### b. Uji Realibilitas Instrumen

Hasil ujicoba pengguna didapat juga nilai reliabilitas instrument, dimana apabila instrumen digunakan untuk mengukur objek yang sama maka akan menghasilkan data yang tetap sama walaupun pada waktu yang berbeda. Pengujian reliabilitas menggunakan rumus alpha dengan hasil sebagai berikut.

$$r_i = \left( \frac{20}{(20-1)} \right) \left( 1 - \frac{5.26578947}{30.3026316} \right) = 0.86971227$$

Pengolahan data secara lengkap ada pada lampiran 19, dengan hasil perhitungan reliabilitas instrument sebesar 0.86971227 yang menunjukkan bahwa berdasarkan tabel interpretasi nilai  $r$  maka reliabilitas instrumen termasuk sangat tinggi sehingga instrumen dapat dipercaya ketika digunakan.

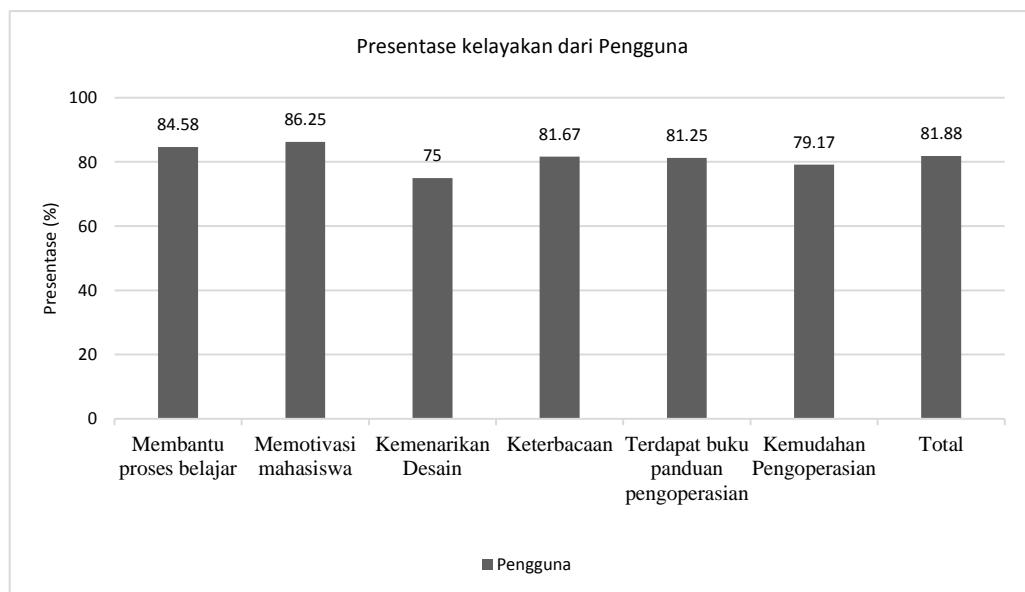
c. Uji Kelayakan Pemakaian

Ujicoba Kelayakan Pemakaian dilakukan oleh mahasiswa semester 6 Prodi Pendidikan Teknik Elektronika Fakultas Teknik UNY untuk mengetahui tingkat kelayakan media dengan perolehan data sebagai berikut.

Tabel 16. Hasil Uji Pemakaian

No. Responden	Rerata	Total	Skor Max	Persentase (%)
1	3	42	56	75
2	3.21	45	56	80.36
3	3.71	52	56	92.86
4	3.71	52	56	92.86
5	3.07	43	56	76.79
6	3.71	52	56	92.86
7	3.5	49	56	87.50
8	3.28	46	56	82.14
9	3.07	43	56	76.79
10	3.57	50	56	89.29
11	2.85	40	56	71.43
12	3.92	55	56	98.21
13	3.07	43	56	76.79
14	3	42	56	75
15	3.21	45	56	80.36
16	2.78	39	56	69.64
17	3.28	46	56	82.14
18	3.21	45	56	80.36
19	3.28	46	56	82.14
20	3	42	56	75
<b>Jumlah (<math>\Sigma</math>)</b>		<b>917</b>	<b>784</b>	<b>81.88</b>

Berdasarkan data pada tabel 24, persentase kelayakan dari pengguna dapat digambarkan dalam bentuk diagram batang ditinjau dari dua aspek meliputi kualitas instruksional dan kualitas teknis dapat dilihat pada gambar 53 sebagai berikut.



Gambar 30. Grafik Persentase Kualitas Instruksional dan Teknis

Berdasarkan tabel 24 dan gambar 43 dapat diperoleh hasil uji pemakaian dengan Persentase sebesar **81.88%**. Berdasarkan hasil perolehan nilai tersebut, maka Training Kit Pembelajaran Jaringan Syaraf Tiruan dinyatakan **sangat layak** digunakan sebagai media pembelajaran pada mata kuliah praktik sistem kendali cerdas di prodi Pendidikan Teknik elektronika FT UNY.

## 10. Revisi Produk

Berdasarkan hasil uji pemakaian, media pembelajaran ini tidak ada revisi atau perbaikan pada trainer dan *labsheet*.

## **B. Pembahasan Hasil Penelitian**

Pembahasan hasil penelitian ditujukan untuk menjawab rumusan masalah pada penelitian, sesuai dengan hasil data yang telah diperoleh selama penelitian di Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika Dan Informatika FT UNY.

### **1. Membuat *Sorting Machine* berbasis Gambar sebagai Training Kit Pembelajaran JST pada Mata Kuliah Praktik Sistem Kendali Cerdas di Jurusan PTEI FT UNY.**

Perlunya media pembelajaran pada mata kuliah praktik Sistem Kendali Cerdas khususnya materi tentang JST di Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika menjadi latar belakang penelitian ini. Media pembelajaran ini mencakup keseluruhan proses perancangan sampai penggunaan jaringan syaraf tiruan. Terdiri dari *software* trainer, *hardware* trainer, dan *labsheet* disertai Buku panduan untuk memandu penggunaan media pembelajaran. *Software* trainer dibuat dan digunakan di *software* Matlab karena sebagian besar proses praktikum menggunakan Matlab sebagai medianya. *Hardware* trainer menggunakan Arduino untuk mensimulasikan jaringan syaraf tiruan yang sudah dibuat.

### **2. Mengetahui unjuk kerja *Sorting Machine* berbasis Gambar sebagai Training Kit Pembelajaran JST pada Mata Kuliah Praktik Sistem Kendali Cerdas di Jurusan PTEI FT UNY.**

Unjuk kerja media pembelajaran ini dilakukan dalam dua tahap yaitu ujicoba unjuk kerja oleh peneliti dan ahli. Seperti yang telah dijelaskan pada bagian ujicoba produk oleh peneliti yang dapat disimpulkan bahwa media pembelajaran sudah

berfungsi dengan baik dan stabil pada setiap bagian maupun secara keseluruhan.

Presentase kesalahan pada percobaan trainer pembelajaran sebesar 2.5%.

**3. Mengetahui tingkat kelayakan *Sorting Machine* berbasis Gambar sebagai Training Kit Pembelajaran JST pada Mata Kuliah Praktik Sistem Kendali Cerdas di Jurusan PTEI FT UNY.**

Data kelayakan kualitas media ditinjau dari aspek kualitas teknik yang memiliki 6 indikator yaitu ketepatan desain, kemenarikan media, keterbacaan, berfungsi sesuai desain, terdapat buku panduan pengoprasian, dan kemudahan pengoprasian secara keseluruhan nilai validitas konstruk Training Kit Pembelajaran Jaringan Syaraf Tiruan adalah **97,5%** dalam kategori **sangat layak**. Data kelayakan kualitas materi ditinjau dari dua aspek meliputi kualitas isi dan tujuan dan kualitas instruksional secara keseluruhan nilai validitas isi Training Kit Pembelajaran Jaringan Syaraf Tiruan adalah **81.25%** dalam kategori **sangat layak**. Data kelayakan hasil ujicoba pemakaian dilakukan oleh mahasiswa semester 6 Prodi Pendidikan Teknik Elektronika Fakultas Teknik UNY didapatkan nilai rata-rata dengan Persentase sebesar **81.88%** dalam kategori **sangat layak**. Berdasarkan hasil perolehan nilai-nilai tersebut, maka Training Kit Pembelajaran Jaringan Syaraf Tiruan dinyatakan **Sangat Layak** digunakan sebagai media pembelajaran pada mata kuliah praktik sistem kendali cerdas di prodi Pendidikan Teknik elektronika FT UNY.