



**PERANCANGAN KECEPATAN PISAU POTONG  
IKAN SARDIN BERBASIS PID  
(*PROPORTIONAL INTEGRAL DERIVATIVE CONTROLLER*)**

**SKRIPSI**

oleh

**M. Lukman Hakim  
NIM 111910201013**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2016**



**PERANCANGAN KECEPATAN PISAU POTONG IKAN  
SARDIN BERBASIS PID  
(*PROPORTIONAL INTEGRAL DERIVATIVE CONTROLLER*)**

**SKRIPSI**

**diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan Jurusan Teknik Elektro (S1)  
dan mencapai gelar Sarjana Teknik**

**oleh**

**M. Lukman Hakim  
NIM 111910201013**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2016**

## PERSEMBAHAN

Segala puji bagi Allah SWT, yang telah memberikan limpahan nikmat yang luar biasa kepada penulis, tidak lupa juga sholawat dan salam selalu tercurahkan kepada Nabi besar Muhammad SAW yang telah membimbing kita semua dari jaman jahiliyah menuju jaman yang terang benderang. Dengan kerendahan hati, penulis mempersembahkan tugas akhir ini untuk:

1. Bapak Syafa'at dan Ibu Siti Halimah yang selalu memberikan dukungan baik moral dan materi.
2. Adik Diyah Nur Antika yang selalu menjadi motivator penulis untuk selalu berusaha menjadi manusia yang lebih baik dan pantang.
3. Semua dosen Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember yang telah membimbing dan memberikan ilmu. Terutama Bapak Satryo Budi Utomo, S.T., M.T. selaku DPU dan Bapak Widjonarko, S.T., M.T. selaku DPA yang rela meluangkan waktu, pikiran, dan tenaganya demi terselesaikannya skripsi ini.
4. Teman – teman Teknik Elektro khususnya angkatan 2011 yang selalu memberikan dukungan, doa, dan semangat.
5. Teman – temanku semuanya dimanapun mereka terimakasih atas semangat dan dukungan yang tak pernah berhenti mereka berikan.
6. Almamater Fakultas Teknik Universitas Jember.

## MOTTO

Sesulit apapun masalah yang kamu hadapi jangan pernah menyerah untuk menghadapinya dan menyelesaikannya, tak peduli harus berapa lama asal jangan pernah menyerah  
(bapak dan ibu penulis)

Berapa kalipun kamu terjatuh dan tersungkur lagi, lagi, dan lagi jangan pernah menyerah untuk berdiri dan berusaha dengan sepenuh hati  
(penulis)

Mencari ilmu adalah tugas yang diwajibkan kepada hambanya oleh Allah SWT, karna itu selalu dahulukan urusanmu kepadanya karna dia pemilik segala yg dilangit dan di bumi.  
(penulis)

Saya harus semangat, bagaimana supaya saya bisa membangakan dan mengaharumkan nama baik keluarga yang semoga kelak bisa jadi cerminan yang baik bagi sesame  
(Paman Imam Basori)

Jika seseorang meninggal dunia, maka terputuslah amalnya kecuali tiga perkara yaitu sedekah jariyah, ilmu yang bermanfaat, dan doa anak yang sholeh.  
(HR. Muslim)

He semangat, ayo ndang lulus  
(Aulia Aditya A)

Kalua punya target itu harus di usahakan dengan serius janga pernah main – main  
(Fitria Dwi Kartini, S. Farm.,)

Semangat, semangat, semangat  
(Handariyatul Masruroh)

Ayo man dikerjakne sekripsine ben ndang lulus  
(Sekar Risti Praharini)

Ayo wisuda bareng rek  
(kuri – kuri)

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : M. Lukman Hakim

NIM : 111910201013

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “*Perancangan Kecepatan Pisau Potong Ikan Sardin Berbasis PID (PROPORTIONAL INTEGRAL DERIVATIVE CONTROLLER)*” adalah benar - benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan yang sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, ...-...- 2016

Yang menyatakan,

M. Lukman Hakim

NIM 111910201013

**SKRIPSI**

**PERANCANGAN KECEPATAN PISAU POTONG IKAN  
SARDIN BERBASIS PID  
(*PROPORTIONAL INTEGRAL DERIVATIVE CONTROLLER*)**

Oleh

M. Lukman Hakim  
NIM 111910201013

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Satryo Budi Utomo, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Widjonarko, S.T., M.T.

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “*Perancangan Kecapatan Pisau Potong Ikan Sardin Berbasis PID (Proportional Integral Derivative Controller)*” karya M. Lukman Hakim telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : Jumat, ... November 2016

tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji:

Ketua,

Anggota I,

Satryo Budi Utomo S.T., M.T.  
NIP 198501262008011002

Widjonarko, S.T., M.T.  
NIP 197109081999031001

Anggota II,

Anggota III,

Bambang Supeno, S.T., M.T.  
NIP 196906301995121001

Sumardi, S.T., M.T.  
NIP 196701131998021001

Mengesahkan,  
Dekan Fakultas Teknik

Dr. Ir. Entin Hidayah, M.U.M  
NIP 196612151995032001

Perancangan Kecepatan Pisau Potong Ikan Sardin Berbasis PID  
(*Proportional Integral Derivative Controller*)

**M. Lukman Hakim**

*Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember*

**ABSTRAK**

Ikan sardin merupakan jenis ikan yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia dalam berbagai bentuk olahan. Pendapatan nelayan tidak akan mengalami peningkatan jika ikan jumlahnya melimpah dan jumlah industri yang beroperasi banyak, namun hasil tangkapan nelayan tidak dapat terserap oleh pasar dengan maksimal karena masalah teknis pengolahan. Pembuatan prototipe *conveyor* pemotongan ikan diharapkan dapat menjadi referensi pembuatan alat pengolahan hasil perikanan sektor laut. Sehingga dapat membantu pemrosesan ikan sardin di PT ANANTA serta berbagai industri kecil menengah yang lain. sehingga dapat meningkatkan jumlah produksi, meningkatkan kualitas produksi serta dapat mempercepat waktu produksi. Dari Pengujian sensor infra merah data terbaik diperoleh ketika pengujian dilakukan pada pagi hari dengan rata – rata nilai tegangan dan arus sebesar 4,96 volt, 0,2 ampere. Pengujian *driver* motor penggerak konveyor didapatkan nilai *set point* PWM sebesar 55 dan pengujian *driver* motor pemotong didapatkan nilai *set point* PWM sebesar 125. PID yang digunakan adalah *trial and error* dari pengujian didapatkan nilai  $K_p = 4$ ,  $K_i = 0$ , dan  $K_d = 12$ . Pengujian sistem dilakukan pada waktu 15 : 30 WIB dengan kondisi cuaca tidak ditentukan dan dilakukan dua kali. Pengujian pertama dilakukan ketika sistem tanpa *controller* PID didapatkan rata – rata waktu pemotongan 15,966 detik, pengujian kedua dilakukan ketika sistem diberikan *controller* PID dari pengujian didapatkan rata – rata waktu pemotongan terbaik sebesar 12,09 detik. Pengujian ketiga membandingkan kinerja antara sistem pemotong berbasis *controller* PID dengan pemotongan secara manual secara matematis. Waktu dan volume terbaik ketika menggunakan sistem pemotong berbasis *controller* PID sebesar 3,299 detik dan 744,54 kg ikan hasil pemotongan.

Kata kunci: *controller* kecepatan, pisau pemotong, ikan sardin, PID

*Design Speed Cutting Knife for Sardines Fish Based on PID  
(Proportional Integral Derivative Controller)*

**M. Lukman Hakim**

*Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Jember University*

**ABSTRACT**

*Sardines is a fish species that is widely consumed by the people of Indonesia in various forms of processed. Revenue fishermen will not be increased if the fish are abundant and the number of industries that operate many, but the catch can't be absorbed by the market to the maximum because of technical problems processing. Prototype manufacturing conveyor fish cuts are expected to be a reference tool manufacture marine sector fish processing. It can help the sardines processing in PT ANANTA as well as a variety of small and medium industries. It can increase the amount of production, improve the quality of production and accelerate the production time. Testing of infrared sensor when testing is done in the morning with the average voltage and current values 4.96 volts, 0.2 amperes. Testing conveyor motor driver PWM obtained set point value 55 and cutters motor driver testing obtained PWM set point value 125. PID used is trial and error, of the test obtained value  $K_p = 4$ ,  $K_i = 0$ , and  $K_d = 12$ . System testing done at 15: 30 am, with the weather conditions are not specified and performed twice. The first test was performed when the system without the PID controller obtained average cutting time 15.966 seconds and second test performed when the system is given the PID controller, test obtained average time 12.09 seconds. The third testing is compare performance between cutting systems based PID controller with manual cutting in mathematically. Best time and volume when using a cutting system based PID controller obtained time 3.299 seconds and 744.54 kg of fish cutting results.*

*Key words: speed control, cutting blades, sardines, PID*

## RINGKASAN

**Perancangan Kecepatan Pisau Potong Ikan Sardin Berbasis PID (*Proportional Integral Derivative Controller*);** M. Lukman Hakim; 111910201013; 2016; 84 halaman; Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Perkembangan teknologi di dunia industri perikanan sangat pesat. Hal tersebut tidak lepas dari meningkatnya permintaan konsumen dan inovasi produk olahan hasil perikanan yang bervariasi. Untuk mempercepat produksinya, pihak industri memerlukan suatu sistem yang dapat bekerja secara efisien. Proses pemotongan ikan pada industri pengalengan ikan diperlukan koordinasi yang mumpuni, baik dari segi kinerja dan efisiensi produksinya sehingga diperoleh hasil kerja yang maksimal.

Pendapatan nelayan tidak akan mengalami peningkatan jika ikan lemuru dalam jumlah yang melimpah dan jumlah industri yang beroperasi banyak. Namun hasil tangkapan nelayan tidak dapat terserap oleh pasar dengan maksimal karena masalah teknis pengolahannya. Seperti proses pemotongan ikan sardin khususnya di PT ANANTA masih menggunakan peralatan manual berupa gunting dan semuanya dikerjakan manual oleh para pekerja. Dengan kemampuan produksi hanya 150 kg sehari untuk jenis produksi *fillet* ikan, dengan jumlah pekerja 15 orang.

Pengontrolan kecepatan bertujuan untuk mengatur kecepatan motor pada pisau pemotong menggunakan sistem pengendali PID. Pembuatan prototipe konveyor pemotongan ikan ini diharapkan dapat menjadi referensi pembuatan alat pengolahan hasil perikanan sektor laut. Sehingga dapat membantu proses pemotongan ikan lemuru di PT ANANTA serta berbagai industri kecil hingga menengah lainnya. Sehingga dapat meningkatkan jumlah produksi, meningkatkan kualitas produksi serta dapat mempercepat waktu produksi. Dengan demikian hasil tangkapan nelayan dapat terserap secara maksimal oleh pasar dan industri yang ada di wilayah – wilayah pelabuhan perikanan khususnya di wilayah muncar.

Pengujian pada prototipe yang telah dibuat meliputi pengujian sensor inframerah, pengujian *driver* motor penggerak konveyor, pengujian *driver* pisau pemotong, pengujian *controller* PID, dan pengujian sistem secara keseluruhan. Pengujian sensor inframerah dilakukan pada 4 waktu yang berbeda yaitu pagi, siang, sore, dan malam hari, hal ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh kondisi cahaya terhadap kemampuan pendeteksian sensor. Pengujian *driver* baik dari motor penggerak konveyor dan pisau pemotong berfungsi untuk menentukan nilai *set point* yang digunakan pada sistem. Pengujian *controller* PID menggunakan *software* LabVIEW *Evaluation Version 2016* untuk melihat respon dari nilai Kp, Ki, dan Kd yang digunakan pada *controller*.

Pengujian sensor inframerah diperoleh data terbaik ketika pengujian dilakukan pada pagi hari dengan nilai rata – rata tegangan dan arus sebesar 4,96 volt, 0,2 ampere. Pengujian *driver* motor penggerak konveyor didapatkan nilai *set point* PWM sebesar 55 dan pengujian *driver* motor pemotong didapatkan nilai *set point* PWM sebesar 125. PID yang digunakan adalah *trial and error* dari pengujian didapatkan nilai Kp =4, Ki =0, dan Kd =12. Pengujian sistem dilakukan pada waktu 15 : 30 WIB dengan kondisi cuaca tidak ditentukan dan dilakukan dua kali. Pengujian pertama dilakukan ketika sistem tanpa *controller* PID dan pengujian ke dua dilakukan ketika sistem diberikan *controller* PID. Dari pengujian kedua didapatkan rata – rata waktu pemotongan terbaik sebesar 12,09 detik.

## PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah Yang Maha Pengasih dan Penyayang atas segala rahmat, bimbingan dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini.

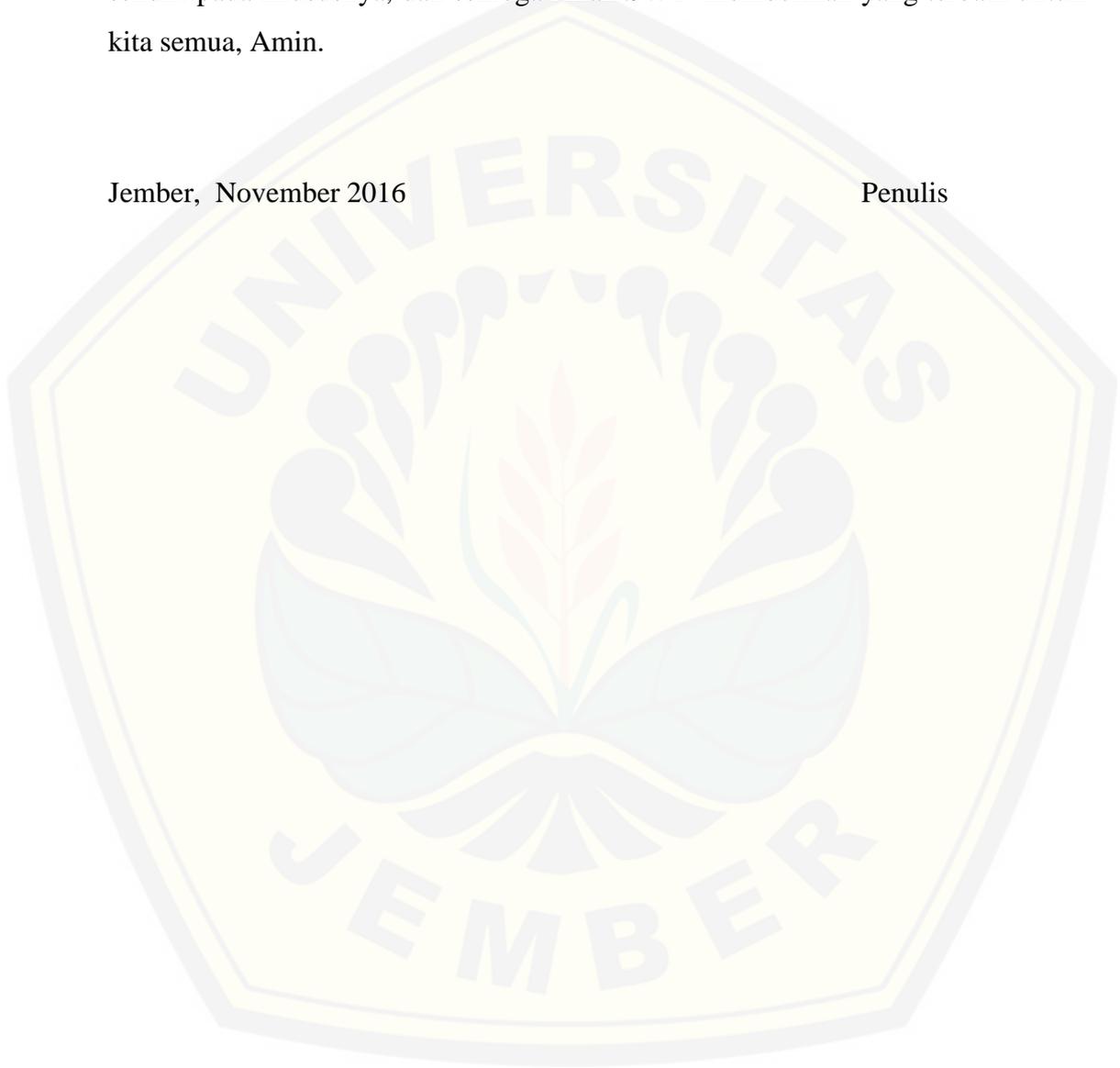
Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan beberapa pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Allah S.W.T yang telah memberikan pencerahan serta pertolongan;
2. Dr. Ir. Entin Hidayah, M.U.M selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember;
3. Bapak Dr. Triwahju Hardianto S.T, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Jember;
4. Satryo Budi Utomo, S.T., M.T. selaku DPU dan Bapak Widjonarko, S.T., M.T. selaku DPA yang telah meluangkan waktu, pikiran serta perhatiannya guna memberikan bimbingan dan arahan demi terselesaikannya skripsi ini.
5. Bapak Syafa'at dan Ibu Siti Halimah yang selalu memberikan dukungan baik moral dan materi.
6. Adik Diyah Nur Antika yang selalu menjadi motivator penulis untuk selalu berusaha menjadi manusia yang lebih baik dan pantang menyerah pada kebaikan.
7. Bapak Bambang Supeno, S.T., M.T. selaku dosen penguji I dan Bapak Sumardi PN, S.T., M.T. selaku dosen penguji II;
8. Teman-teman kuri-kuri Bahtiar, Ervina, Anis, Intan, Reza, Firzon, Opank, Hafidi, dan Anif yang selalu memotivasi dan memberikan semangat;
9. Teman-teman elka yang setia membantu, berbagi ilmu, dan bekerja sama demi menyelesaikan tugas akhir ini;
10. Seluruh teman-teman elektro 2011 yang saya sayangi;
11. Teman – temanku semuanya dimanapun mereka terimakasih atas semangat dan dukungan yang tak pernah berhenti mereka berikan.
12. Almamater Fakultas Teknik Universitas Jember.
13. Seluruh pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini, agar dapat menjadi referensi yang memberikan manfaat bagi semua pihak. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat berguna bagi pembaca dan bagi penulis sendiri pada khususnya, dan semoga Allah SWT memberikan yang terbaik untuk kita semua, Amin.

Jember, November 2016

Penulis

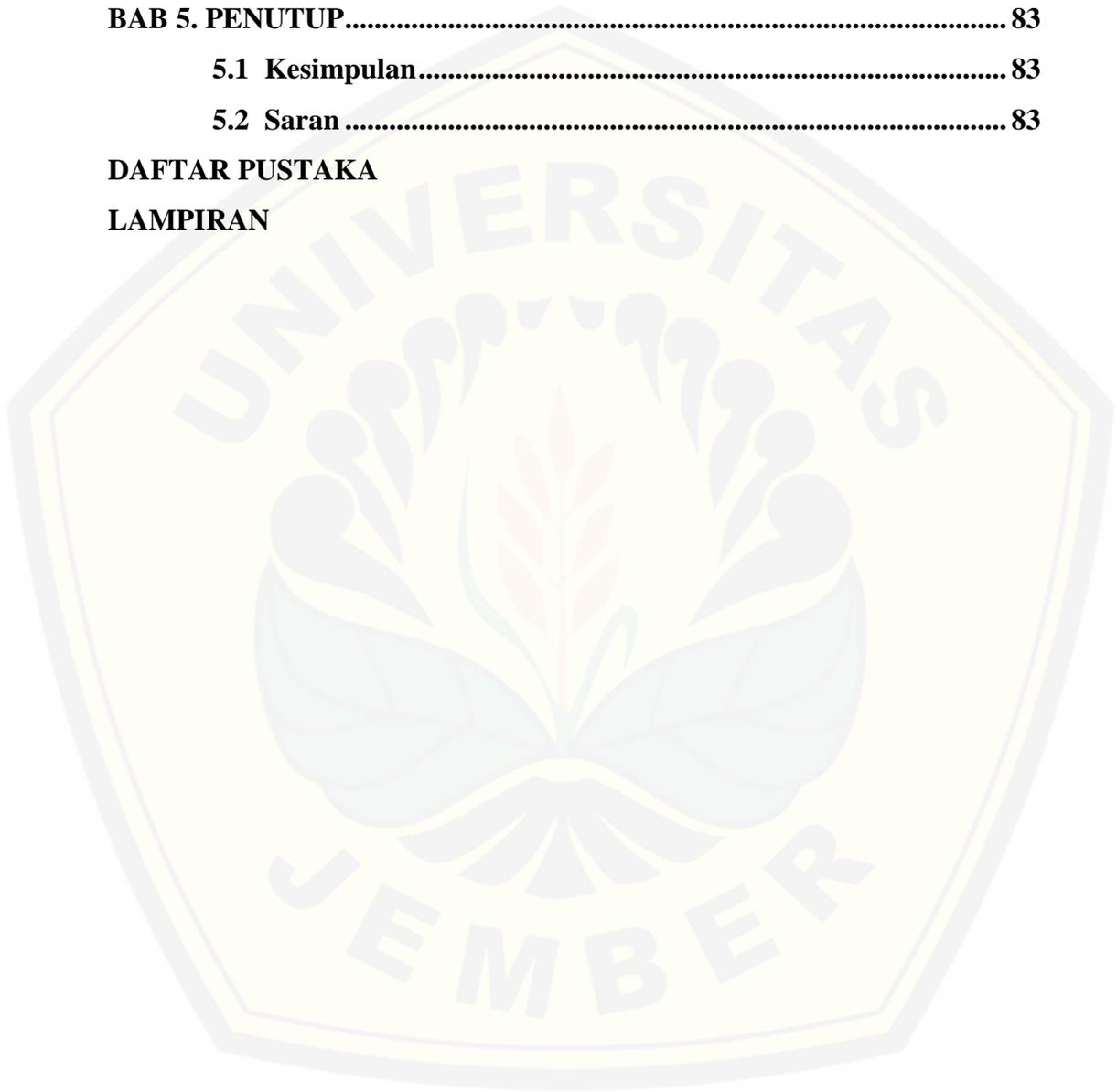


**DAFTAR ISI**

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	v
<b>HALAMAN PEMBIMBING</b> .....	vi
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vii
<b>ABSTRAK</b> .....	viii
<b>ABSTRACT</b> .....	ix
<b>RINGKASAN</b> .....	x
<b>PRAKATA</b> .....	xii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xiv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xviii
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b>	
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	<b>2</b>
<b>1.3 Tujuan</b> .....	<b>2</b>
<b>1.4 Batasan Masalah</b> .....	<b>3</b>
<b>1.5 Manfaat</b> .....	<b>3</b>
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
<b>2.1 Motor DC</b> .....	<b>4</b>
<b>2.2 PENGENDALI PID</b> .....	<b>7</b>
<b>2.3 PWM (<i>Pulse Width Modulation</i>)</b> .....	<b>9</b>
<b>2.4 ARDUINO UNO</b> .....	<b>10</b>
2.4.1 Bagian – bagian Papan Arduino.....	11
<b>2.5 PERANGKAT LUNAK (Arduino IDE)</b> .....	<b>14</b>
<b>2.6 IKAN LEMURU (<i>Sardinella lemuru</i>)</b> .....	<b>15</b>
2.6.1 Habitat Ikan Lemuru .....	17

<b>2.7 SENSOR INFRAMERAH .....</b>	<b>18</b>
<b>2.8 CONVEYOR .....</b>	<b>20</b>
<b>2.9 TRANSISTOR .....</b>	<b>22</b>
2.9.1 Konstruksi Transistor.....	22
2.9.2 Prinsip Kerja Transistor.....	23
2.9.3 Jenis Transistor .....	27
2.9.4 Contoh Transistor <i>Power MOSFET</i> .....	28
<b>2.10 OPTOCOUPLER .....</b>	<b>30</b>
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN</b>	
<b>3.5 Tempat dan Waktu Penelitian.....</b>	<b>34</b>
<b>3.2 Alat dan Bahan .....</b>	<b>34</b>
3.2.1 Hardware .....	34
3.2.2 Software .....	34
<b>3.3 Tahapan Penelitian .....</b>	<b>35</b>
<b>3.4 Diagram Blok .....</b>	<b>36</b>
<b>3.5 Perancangan <i>Hardware</i> .....</b>	<b>37</b>
<b>3.6 Perancangan Elektronik.....</b>	<b>41</b>
<b>3.7 Perancangan <i>Software</i> .....</b>	<b>49</b>
3.7.1 Konfigurasi Pin yang Digunakan pada Arduino .....	50
<b>3.8 Perancangan Sistem.....</b>	<b>51</b>
3.8.1 Perancangan <i>Tuning PID</i> .....	51
<b>3.9 Flowchart Sistem Kerja Alat Keseluruhan .....</b>	<b>54</b>
3.9.1 Prinsip Kerja Sistem .....	55
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	
<b>4.1 Pengujian <i>Hardware</i> .....</b>	<b>57</b>
4.1.1 Pengujian Sensor Inframerah .....	57
4.1.2 Pengujian Driver Motor .....	65
4.1.3 Pengujian Motor Pemotong Kepala .....	67
4.1.4 Pengujian Motor Pemotong Ekor .....	69
4.1.5 Pengujian Motor Pemotong Konveyor .....	71

<b>4.2 Pengujian Controller PID .....</b>	<b>74</b>
4.2.1 Pengujian Nilai Controller Proportional (Kp).....	74
4.2.2 Pengujian Controller Kd dan Ki .....	76
<b>4.3 Pengujian Sistem.....</b>	<b>77</b>
<b>BAB 5. PENUTUP.....</b>	<b>83</b>
<b>5.1 Kesimpulan.....</b>	<b>83</b>
<b>5.2 Saran .....</b>	<b>83</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	



DAFTAR TABEL

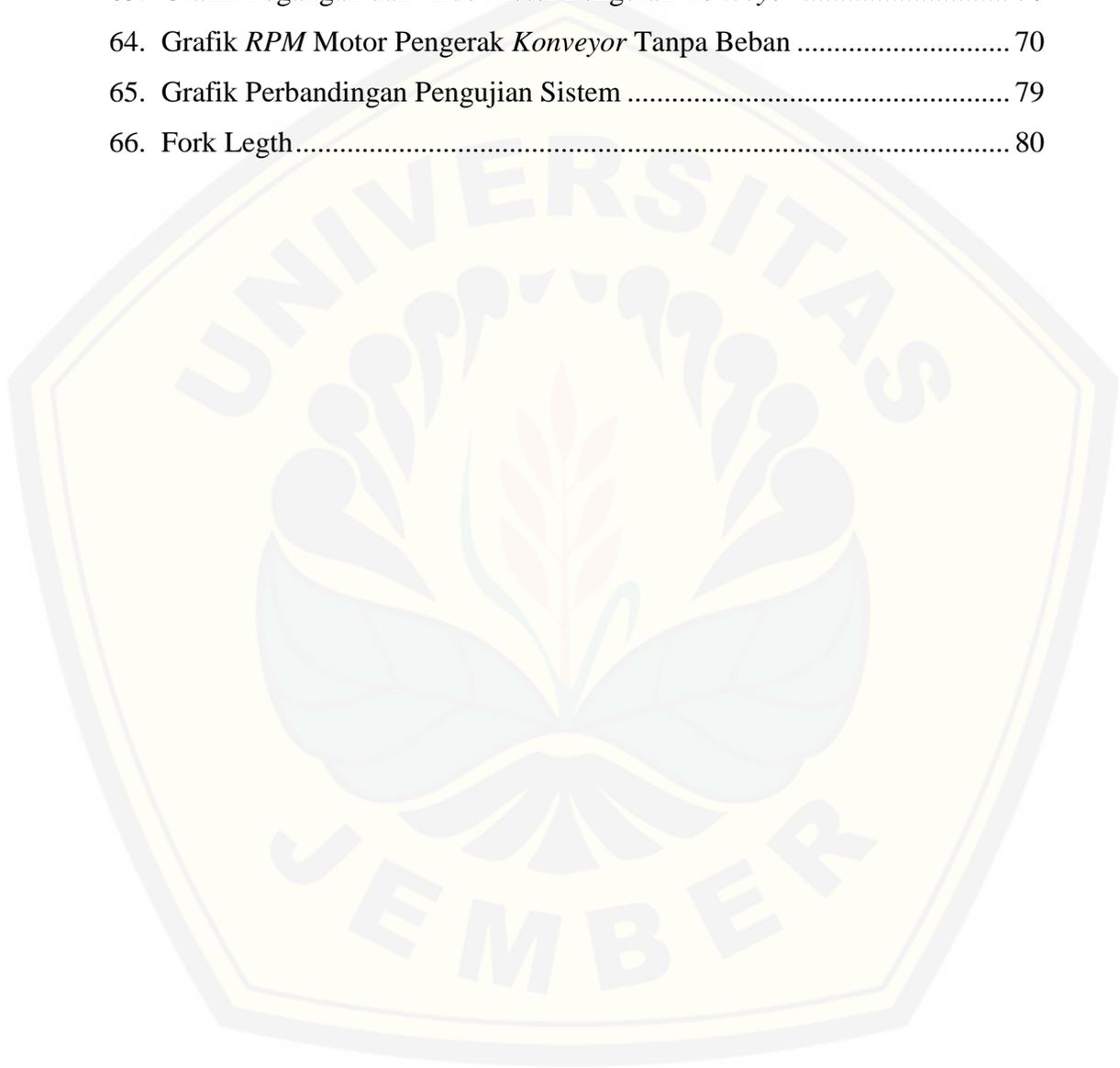
	Halaman
1. Karakteristik Masing-masing Pengendali .....	8
2. Deskripsi Arduino Uno .....	13
3. Data morfologi dan morfometrikikan lemuru ( <i>Sardinella lemuru</i> ).....	16
4. Sifat terminal transistor .....	23
5. Spesifikasi Motor DC .....	38
6. Spesifikasi IRFZ44N .....	40
7. Spesifikasi TIP3055 .....	46
8. Konfigurasi Pin Arduino yang Digunakan .....	50
9. Data Pengujian Sensor Inframerah pada Pagi Hari.....	56
10. Data Pengujian Sensor Inframerah pada Pagi Hari.....	58
11. Data Pengujian Sensor Inframerah pada Sore Hari .....	59
12. Data Pengujian Sensor Inframerah pada Malam Hari.....	61
13. Data Pengujian <i>Driver</i> Motor.....	63
14. Data Pengujian Motor Pemotong Kepala.....	65
15. Data Pengujian Motor Pemotong Ekor .....	67
16. Data Pengujian Motor Peenggerak Konveyor.....	69
17. Data Pengujian <i>Controller Proportional</i> .....	71
18. Data Pengujian <i>Tuning Controller</i> Kp, Ki, dan Kd.....	73
19. Hasil Pemotongan Manual .....	75
20. Hasil Pemotongan Manual Pekerja .....	80
21. Hasil Pemotongan Dengan <i>Controller PID</i> .....	81

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1. Motor DC Sederhana .....	4
2. Rangkaian Ekuivalen Motor DC Penguatan Terpisah .....	5
3. Diagram Blok Closed Loop .....	7
4. Grafik Karakteristik PID .....	8
5. <i>Duty Cycle</i> .....	9
6. Board Arduino Uno R3 .....	11
7. Bagian – bagian Board Arduino Uno R3 .....	11
8. Tampilan Software Arduino IDE .....	14
9. Sardinella lemuru .....	15
10. Penyebaran lemuru di dunia (warna merah (Sardinella lemuru)) .....	17
11. <i>Infrared</i> .....	18
12. <i>Photo Diode</i> .....	19
13. <i>Conveyor</i> .....	20
14. Konveyor Kelas <i>Chain Sliding</i> .....	21
15. Konveyor Kelas <i>Chain Rolling</i> .....	21
16. Struktur dan Simbol Transistor .....	22
17. Diagram Potensial pada Transistor Tanpa Bias .....	23
18. Transistor dengan Tegangan Bias Aktif .....	24
19. Diagram Potensial pada Transistor dengan Bias Aktif .....	25
20. Diagram Alir Arus Transistor .....	26
21. Simbol UJT .....	27
22. Simbol FET .....	27
23. Simbol MOSFET .....	28
24. Simbol IRFZ44N <i>Power MOSFET</i> .....	29
25. a) Transistor BC546B dengan kaki lurus b) Transistor BC546B dengan kaki bengkok .....	29
26. <i>Optocoupler</i> .....	30
27. Rangkaian dasar <i>optocoupler</i> .....	31

28. Seri PC817XNNSZ0F .....	32
29. Blok Diagram Prototipe Pemotong Ikan Sardin .....	35
30. Alumunium Rangka <i>Konveyor</i> .....	36
31. Rangka alumunium <i>Konveyor</i> .....	37
32. Rantai <i>Konveyor</i> .....	37
33. Tempat Ikan dan Penutup Rantai <i>Konveyor</i> .....	38
34. Motor DC pada Prototipe Pemotong Ikan Sardin .....	39
35. Rangkaian Prototipe Pemotong Ikan Sardin .....	39
36. <i>Scematic</i> Rangkaian <i>Driver</i> Motor <i>Konveyor</i> .....	41
37. <i>Board</i> Rangkaian <i>Driver</i> Penggerak <i>Konveyor</i> .....	42
38. <i>Scematic</i> Rangkaian <i>Driver</i> Motor Pisau Pemotong.....	43
39. Rangkaian <i>Driver</i> Motor Pisau Pemotong.....	44
40. <i>Scematic</i> Sensor Inframerah.....	45
41. Rangkaian Sensor Inframerah.....	46
42. <i>Scematic Regulator</i> Tegangan .....	47
43. <i>Regulator</i> Tegangan.....	47
44. <i>Scematic</i> Rangkaian <i>Lcd</i> .....	48
45. <i>Flowchart</i> Perancangan Program.....	49
46. Blok sistem dari <i>controller tuning</i> PID.....	52
47. <i>Flowchart</i> sistem kerja alat.....	53
48. <i>Prototype</i> Pemotong Ikan Sardin .....	54
49. Grafik Pengujian Sensor Inframerah Pada Pagi Hari.....	57
50. Gambar Pengujian Sensor Inframerah Pada Pagi Hari .....	57
51. Grafik Pengujian Sensor Inframerah Pada Siang Hari.....	58
52. Gambar Pengujian Sensor Inframerah Pada Siang Hari .....	59
53. Grafik Pengujian Sensor Inframerah Pada Sore Hari .....	60
54. Gambar Pengujian Sensor Inframerah Pada Sore Hari .....	60
55. Grafik Pengujian Sensor Inframerah Pada Malam Hari .....	62
56. Gambar Pengujian Sensor Inframerah Pada Malam Hari .....	62
57. Grafik Tegangan <i>Output</i> Arduino .....	64
58. Grafik Tegangan <i>Output Driver</i> .....	64

59. Grafik Pengujian Motor Pemotong Kepala.....	66
60. Hasil Potong Pengujian Motor Pemotong Kepala .....	66
61. Grafik Pengujian Motor Pemotong Kepala.....	68
62. Hasil Potong Pengujian Motor Pemotong Ekor.....	68
63. Grafik Tegangan dan Arus Motor Pengerak <i>Konveyor</i> .....	70
64. Grafik <i>RPM</i> Motor Pengerak <i>Konveyor</i> Tanpa Beban .....	70
65. Grafik Perbandingan Pengujian Sistem .....	79
66. Fork Legth.....	80



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar belakang

Perkembangan teknologi di dunia industri perikanan sangat pesat. Hal tersebut tidak lepas dari meningkatnya permintaan konsumen dan inovasi produk olahan hasil perikanan yang bervariasi. Untuk mempercepat produksinya, pihak industri memerlukan suatu sistem yang dapat bekerja secara efisien. Sebagai contoh proses pemotongan ikan pada industri pengalengan ikan diperlukan koordinasi mumpuni, baik dari segi kinerja dan efisiensi produksinya sehingga diperoleh hasil kerja yang maksimal.

Ikan sardin merupakan ikan yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia dalam berbagai bentuk olahan. Jenis ikan sardin yang banyak terdapat di Indonesia adalah ikan lemuru. Berdasarkan data Dinas Kelautan dan Perikanan Banyuwangi, pendapatan sektor perikanan mengalami peningkatan secara berangsur angsur yakni dari 49 551,44 ton pada tahun 2013, 60.466,15 ton tahun 2014 dan 61.178.89 ton pada tahun 2015. Selain pendapatan dari hasil laut, menurut data dinas terkait pada tahun 2011-2012 terdapat 7 pabrik pengalengan ikan, 54 pabrik kecil, dan 100 lebih industri kecil diwilayah muncar.

Pendapatan nelayan tidak akan mengalami peningkatan jika ikan lemuru dalam jumlah yang melimpah dan jumlah industri yang beroperasi banyak, namun hasil tangkapan nelayan tidak dapat terserap pasar dengan maksimal karena masalah teknis pengolahannya. Seperti proses pemotongan ikan sardin, khususnya di PT ANANTA masih menggunakan peralatan manual berupa gunting dan semuanya dikerjakan manual. Dengan kemampuan produksi hanya 150 kg sehari untuk jenis produksi *fillet* ikan dengan jumlah pekerja 15 orang.

Tugas akhir ini merupakan pengembangan dari penelitian sebelumnya mengenai. “Rancang Bangun Konveyor Untuk Sistem Sortir Berdasarkan Berat Barang” dan “Rancang Bangun Sistem Pengendali Kecepatan Motor Dc Dengan Menggunakan Metode Pengendali PID Pada Mobil Listrik (Zec-01)”.

Pembuatan *prototype* konveyor pemotongan ikan ini diharapkan dapat menjadi referensi pembuatan alat pengolahan hasil perikanan sektor laut. Sehingga dapat membantu proses pemotongan ikan lemuru di PT ANANTA serta berbagai industri kecil menengah yang lain. sehingga dapat meningkatkan jumlah produksi, meningkatkan kualitas produksi serta dapat mempercepat waktu produksi. Dengan demikian hasil tangkapan nelayan dapat terserap secara maksimal oleh pasar dan industri yang ada di milayah – wilayah pelabuhan perikanan khususnya di wilayah muncar.

### **1.2 Rumusan masalah**

Permasalahan yang diangkat untuk penyelesaian tugas akhir ini adalah :

1. Bagaimana merancang sistem pengendalian kecepatan motor listrik dc sebagai mesin pemotongan ikan sardin menggunakan metode pengendalian PID?
2. Bagaimana pembuatan prototipe pemotong ikan sardin?
3. Bagaimana mengontrol konveyor untuk pengaturan posisi ikan pada mesin pemotong ikan sardin?

### **1.3 Tujuan**

Tujuan dari pengerjaan tugas akhir ini adalah :

1. Dapat menjadi referensi penelitian selanjutnya dalam bidang pembuatan alat pengolahan hasil perikanan laut.
2. Dapat membuat prototipe pemotong ikan sardin dengan metode pengendali PID.
3. Dapat mengontrol konveyor untuk pengaturan posisi ikan pada mesin pemotong ikan sardin.

#### 1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada tugas akhir ini adalah:

1. Ikan yang digunakan pada pengujian adalah ikan sardin dengan ukuran tergantung musim ikan.
2. Ikan yang digunakan pada proses pemotongan sudah melalui proses sortir.
3. Pengujian dilakukan pada satu waktu pukul 15:30 WIB dengan kondisi cuaca tidak ditentukan.
4. Sensor yang digunakan hanya Sensor inframerah dan motor DC yang digunakan sebagai penggerak sesuai dengan spesifikasi dalam tabel 3.1.
5. Pemrosesan data menggunakan Arduino UNO R3.
6. *Controller* menggunakan metode PID *trial and error* dan pengaturan PWM (*Pulse Width Modulation*).
7. Perbandingan hasil pemotongan dilakukan antara data prototipe tanpa *controller*, data pemotongan manual, dan data prototipe dengan *controller*. dengan durasi pengujian yang ditentukan.

#### 1.5 Manfaat

Manfaat dari pengerjaan tugas akhir ini adalah :

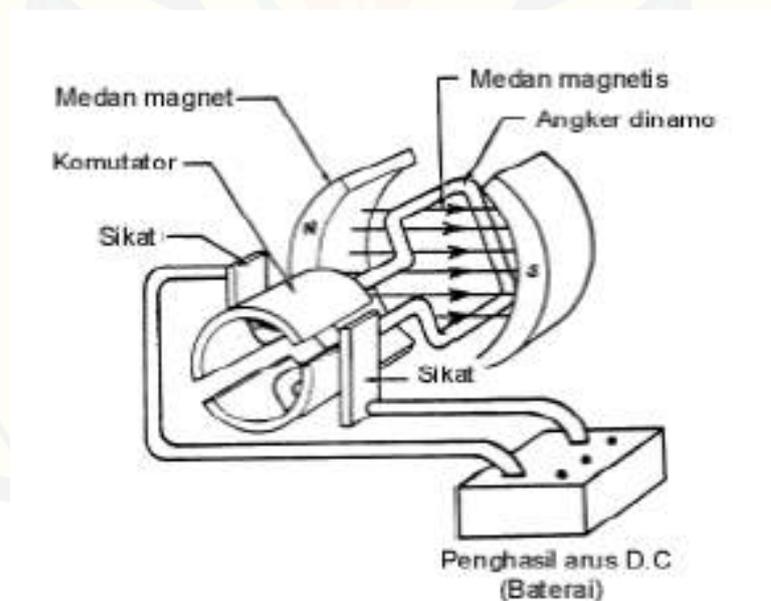
1. Menghasilkan volume produk lebih banyak dengan kualitas produk hasil porongan lebih baik.
2. Menghasilkan prototipe alat pemotong ikan sardin yang dapat menjadi referensi penelitian pembuatan alat di bidang pengolahan hasil laut.
3. Memperkecil biaya proses produksi pengolahan hasil laut.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 MOTOR DC

Motor arus searah ialah suatu mesin yang berfungsi mengubah tenaga listrik arus searah (listrik DC) menjadi tenaga gerak atau tenaga mekanik, dimana tenaga gerak tersebut berupa putaran dari rotor (Dorado, 2010).

Kumparan medan pada motor DC disebut stator (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut rotor (bagian yang berputar). Jika terjadi putaran pada kumparan jangkar dalam pada medan magnet, maka akan timbul tegangan (ggl) yang berubah-ubah arah pada setiap setengah putaran, sehingga merupakan tegangan bolak-balik. Prinsip kerja dari motor DC adalah membalik *phasa* tegangan dari gelombang yang mempunyai nilai positif dengan menggunakan komutator. Bentuk motor paling sederhana memiliki kumparan satu lilitan yang bisa berputar bebas di antara kutub-kutub magnet permanen (Hudaya, 2010).



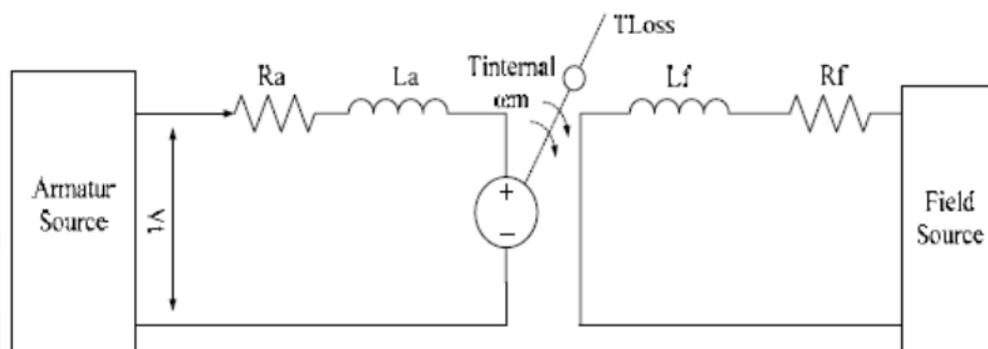
Gambar 2.1 Motor DC Sederhana

Sumber: (Hudaya, 2010)

Berdasarkan sumber arus penguatan magnet, motor DC dapat di bedakan:

1. Motor DC penguatan terpisah, bila arus penguatan magnet diperoleh dari sumber DC diluar motor. Motor DC penguat terpisah memiliki kumparan jangkar dan medan yang dicatu dari sumber yang berbeda. Pengaturan kecepatan dilakukan melalui pengaturan tegangan pada kumparan jangkar.
2. Motor DC penguatan sendiri, bila arus penguatan magnet berasal dari motor itu sendiri.

Motor DC magnet permanen sering disebut juga dengan motor DC penguat terpisah. Perbedaanya terletak pada pembangkitan medan magnetnya. Motor DC jenis ini memiliki struktur serta pengaturan kecepatan yang mudah yaitu dengan pengaturan arus dan tegangan pada jangkarnya. Adapun rangkaian ekivalen dari sebuah motor DC penguat terpisah dapat ditunjukkan seperti pada gambar berikut (Hudaya, 2010).



Gambar 2.2 Rangkaian Ekivalen Motor DC Penguatan Terpisah

(Sumber: Zein D.A *et al*, 2013)

Torsi motor didefinisikan sebagai aksi dari suatu gaya pada motor yang dapat mempengaruhi beban untuk ikut bergerak. Ketika sumber tegangan dihubungkan pada *brush* (sikat) motor, maka arus yang mengalir masuk ke kutub positif *brush*, melalui komutator dan kumparan armatur, serta keluar melalui daerah kutub negatif dari *brush*. Pada saat yang bersamaan, arus juga mengalir melalui kumparan medan magnet. Penerapan kaidah tangan kanan pada konduktor

armatur yang berada dibawah kutub utara memperlihatkan kumparan medan magnet yang memperkuat gaya keatas agar dapat mendorong konduktor (Ariandana *et al*, 2013).

Persamaan torsi (T) sebagai berikut :

$$T = k \hat{O} I_a \dots\dots\dots (2.1)$$

Pada saat *starting*, motor DC magnet permanen untuk pertama kalinya pada kecepatan ( $\omega$ ) rendah, torsi ( $\tau$ ) pada motor sangat tinggi. Kondisi seperti ini akan berlanjut dimana apabila kecepatan motor semakin tinggi maka torsi pada motor makin rendah. Hal ini sesuai dengan persamaan (Ariandana *et al*, 2013):

$$\tau = \frac{\rho}{\omega} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana:

$\tau$  = torsi motor

$\omega$  = kecepatan sudut motor untuk mengukur

Daya (KW) adalah sebagai berikut:

$$\text{daya (KW)} = \frac{\text{torsi (NM)} \times 2\pi \times \text{RPM}}{60.000} \dots\dots\dots (2.3)$$

Sesuai persamaan diatas, bahwa kecepatan dan torsi saling berbanding terbalik. Artinya semakin besar kecepatan motor maka torsinya semakin kecil dan sebaliknya. Untuk menentukan karakteristik motor DC, hal yang harus diingat adalah 2 persamaan dasar (Ariandana *et al*, 2013).

$$\text{Kecepatan : } n = \frac{V - I_a.R_a}{K.\Phi} \dots\dots\dots (2.4)$$

$$\text{Torsi: } \tau = K.I_a.\Phi \dots\dots\dots (2.5)$$

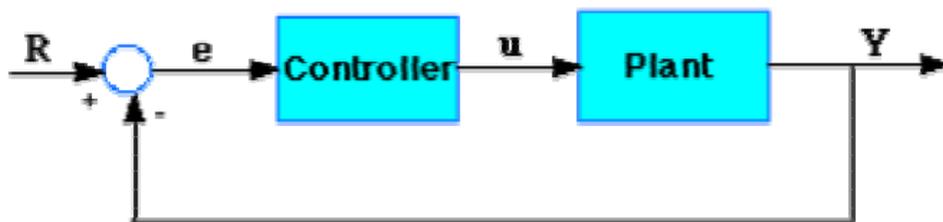
Keterangan: Kecepatan dalam RPM  
 Torsi dalam N.m

Dari persamaan diatas dapat dilihat bahwa kecepatan (*n*) dapat diatur dengan mengubahubah  $\Phi$ , *Ra* atau *V*.

## 2.2 PENGENDALI PID

### 2.2.1 Pengertian PID

Sistem pengendali PID adalah suatu pengendalian untuk menentukan presisi suatu sistem instrumentasi dengan karakteristik adanya umpan balik pada sistem tersebut. PID merupakan singkatan dari *Proportional Integral Derivative*. Sistem pengendali PID terdiri dari tiga jenis yang sesuai dengan singkatannya *Proportional*, *Integral* dan *Derivative*. Ketiganya digunakan secara bersamaan atau masing-masing, tergantung dari respon yang kita inginkan terhadap suatu plan (Ferdiansyah, 2010).



Gambar 2.3 Diagram Blok Closed Loop

(sumber Astrom, K.J., & H.agglund, 1995.)

Dimana :

*Plant* : Sistem yang akan dikendalikan

*Controller* : Pengendali yang berfungsi memperbaiki respon

E: *Error* = R – Pengukuran dari sensor

$$MV(t) = P_{out} + I_{out} + D_{out} \dots\dots\dots (2.6)$$

Variabel yang nilai parameternya dapat diatur disebut *Manipulated variable* (*MV*) biasanya sama dengan keluaran dari pengendalian ( $u(t)$ ). Keluaran pengendali PID akan mengubah respon mengikuti perubahan yang ada pada hasil pengukuran sensor dan set poin yang ditentukan. Pembuat dan pengembang pengendali PID menggunakan nama untuk mengidentifikasi ketiga mode pada pengendali yaitu (Logmeunud, 2010).

P ( $K_p$ ) = Konstanta Proporsional

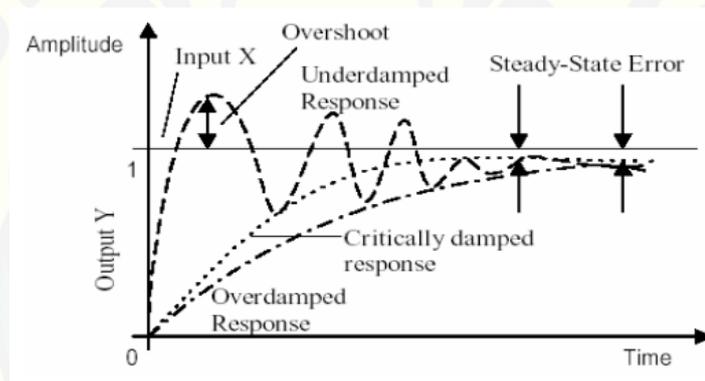
I ( $K_i$ ) =  $\frac{1}{Ti} = K_i/s =$  Konstanta Integral

D ( $K_d$ ) =  $T_d \frac{d e (t)}{dt} =$  Konstanta Derivative

Atau secara umum persamaanya adalah sebagai berikut :

$$K_p + \frac{1}{Ti} \int e(t)dt + T_d \frac{d e (t)}{dt} = K_p [ e(t) + \frac{1}{Ti} \int e(t)dt + T_d \frac{d e (t)}{dt} ] \dots\dots\dots (2.7)$$

1.2.1 Karakteristik Pengendali PID



Gambar 2.4 Grafik Karakteristik PID

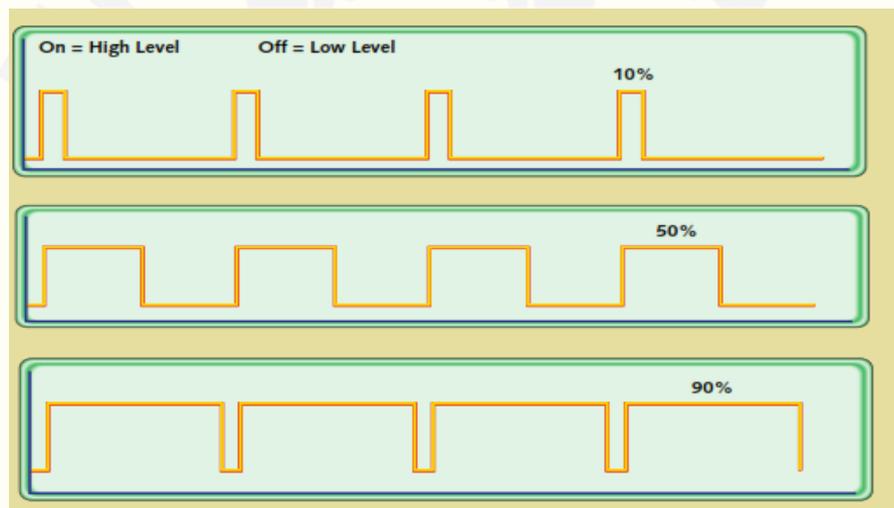
(Sumber : Astrom, K.J., & H.agglund, 1995.)

Tabel 2.1 Karakteristik Masing-masing Pengendali

Control Response	Rise Time	Overshoot	Settling Time	Stability
Increase $K_p$	Decrease	Increase	Small Decrease	Decrease
Increase $K_i$	Small Decrease	Increase	Increase	Decrease
Increase $K_d$	Small Decrease	Decrease	Decrease	Increase for small value of $K_d$
Decrease $K_p$	Increase	Decrease	Small Increase	Increase
Decrease $K_i$	Small Decrease	Decrease	Decrease	Increase

### 2.3 PWM (*Pulse Width Modulation*)

Secara garis besar teknik PWM dalam pengendalian motor DC dapat dideskripsikan sebagai berikut. PWM adalah suatu teknik manipulasi dalam pengemudian motor (atau perangkat elektronik berarus besar lainnya) yang menggunakan prinsip *cut-off* dan saturasi. PWM pada dasarnya adalah menyalakan dan mematikan motor DC dengan cepat, kuncinya adalah mengatur berapa lama waktu *On* dan *Off*. PWM umumnya digunakan untuk mereduksi daya yang melewati motor DC sehingga menghindarkan motor mengkonsumsi daya berlebih. Biasanya digunakan pada peralatan yang tidak membutuhkan daya penuh pada setiap waktu (Zulkha *et al*, 2010).



Gambar 2.9 Duty cycle

(Sumber : Barr, Michael. 2001)

Gambar (2.9), jika digunakan tegangan sumber (Vs) mencapai 12V, maka pada *duty cycle* 10% di atas keluaran PWM ini bernilai 1,2 V. Demikian juga pada *duty cycle* 50% keluaran PWM bernilai 6V, dan pada *duty cycle* 90% keluaran PWM bernilai 10,8V. Ini berarti dengan menggunakan keluaran mikrokontroler sebesar 5V, rangkaian analog yang membutuhkan sumber tegangan lebih dari 5V dapat dikendalikan dengan menggunakan prinsip PWM ini (Sumiati, 2013).

Penggunaan PWM ini dapat digunakan dalam mengendalikan putaran motor yaitu melalui perubahan *duty cycle* PWM atau lebar pulsa PWM. Ketika *duty cycle* 0%, maka motor akan berhenti total karena tidak terdapat beda tegangan. Ketika *duty cycle* 100%, maka motor berputar penuh karena keluaran dari PWM 12V terus menerus. Ketika PWM dalam kondisi 50% maka motor berputar dengan kecepatan setengah kecepatan maksimalnya karena tegangan rata-rata yang diberikan setengah dari tegangan penuh (Sumiati, 2013).

## 2.4 ARDUINO UNO

Arduino Uno adalah *board* berbasis mikrokontroler pada ATmega328. Board ini memiliki 14 digital *input / output pin* (dimana 6 *pin* dapat digunakan sebagai *output* PWM), 6 *input* analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, *jack* listrik tombol *reset*. *Pin-pin* ini berisi semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler, hanya terhubung ke komputer dengan kabel USB atau sumber tegangan bisa didapat dari adaptor AC-DC atau baterai untuk menggunakannya. Board Arduino Uno memiliki fitur-fitur baru sebagai berikut (Setiawan. 2013).

1. 1,0 *pinout*: tambah SDA dan SCL *pin* yang dekat ke *pin* aref dan dua *pin* baru lainnya ditempatkan dekat ke *pin* RESET, dengan IO REF yang memungkinkan sebagai *buffer* untuk beradaptasi dengan tegangan yang disediakan dari *board* sistem. Pengembangannya, sistem akan lebih kompatibel dengan Prosesor yang menggunakan AVR, yang beroperasi dengan 5V dan dengan Arduino Karena yang beroperasi dengan 3.3V. Yang kedua adalah *pin* tidak terhubung, yang disediakan untuk tujuan pengembangannya.
2. *Circuit reset*
3. Atmega 16U2 menggantikan 8U2.

“Uno” berarti satu dalam bahasa Italia dan dinamai untuk menandakan keluaran (produk) Arduino 1.0 selanjutnya. Arduino UNO dan versi 1.0 akan menjadi referensi untuk versi-versi Arduino selanjutnya. Arduino UNO adalah sebuah seri terakhir dari board Arduino USB dan model referensi untuk papan Arduino, untuk suatu perbandingan dengan versi sebelumnya (Setiawan. 2013).



diprogram antara 0 – 255, dimana hal itu mewakili nilai tegangan 0 – 5V.

## 2. USB

Berfungsi untuk:

- a. Memuat program dari komputer ke dalam papan
- b. Komunikasi serial antara papan dan komputer
- c. Memberi daya listrik kepada papan

## 3. Sambungan SV1

Sambungan atau *jumper* untuk memilih sumber daya papan, apakah dari sumber eksternal atau menggunakan USB. Sambungan ini tidak diperlukan lagi pada papan Arduino versi terakhir karena pemilihan sumber daya eksternal atau USB dilakukan secara otomatis.

## 4. Q1 – Kristal (*quartz crystal oscillator*)

Jika *microcontroller* dianggap sebagai sebuah otak, maka kristal adalah jantung-nya karena komponen ini menghasilkan detak-detak yang dikirim kepada *microcontroller* agar melakukan sebuah operasi untuk setiap detak-nya. Kristal ini dipilih yang berdetak 16 juta kali per detik (16MHz).

## 5. Tombol Reset S1

Untuk me-*reset* papan sehingga program akan mulai lagi dari awal. Perhatikan bahwa tombol *reset* ini bukan untuk menghapus program atau mengosongkan *microcontroller*.

## 6. In-Circuit Serial Programming (ICSP)

Port ICSP memungkinkan pengguna untuk memprogram *microcontroller* secara langsung, tanpa melalui *bootloader*. Umumnya pengguna Arduino tidak melakukan ini sehingga ICSP tidak terlalu dipakai walaupun disediakan.

## 7. IC 1 – *Microcontroller* Atmega

Komponen utama dari papan Arduino, di dalamnya terdapat CPU, ROM dan RAM.

## 8. X1 – Sumber Daya Eksternal

Jika hendak disuplai dengan sumber daya eksternal, papan Arduino dapat diberikan tegangan DC antara 9-12V.

### 9. 6 Pin Input Analog (0 - 5)

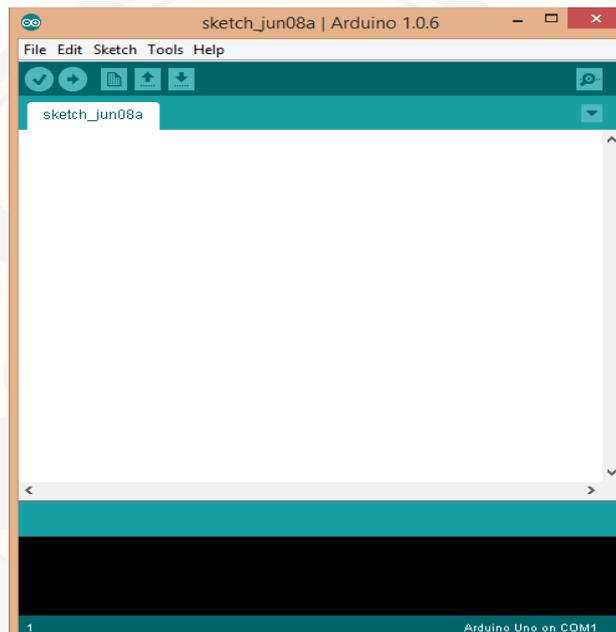
*Pin* ini sangat berguna untuk membaca tegangan yang dihasilkan oleh sensor analog, seperti sensor suhu. Program dapat membaca nilai sebuah *pin input* antara 0 – 1023, dimana hal itu mewakili nilai tegangan 0 – 5V (Djuandi, 2013).

Tabel 2.3 Deskripsi Arduino Uno

Mikrokontroler	ATmega328
Tegangan pengoperasian	5V
Tegangan <i>input</i> yang disarankan	7 – 12 V
Batas tegangan <i>input</i>	6 – 20 V
Jumlah <i>pin</i> I/O digital	14 (6 <i>pin</i> untuk PWM)
Jumlah <i>pin</i> analog	6
Arus DC tiap <i>pin</i> I/O	40 mA
Arus DC untuk <i>pin</i> 3.3 V	50 mA
Memori Flash	32 KB (ATmega 328), sekitar 0,5 KB digunakan oleh bootloader
SRAM	2 KB (ATmega 328)
EEPROM	1 KB (ATmega 328)
Clock Speed	16 Hz

## 2.5 PERANGKAT LUNAK (Arduino IDE)

Lingkungan *open-source* Arduino memudahkan untuk menulis kode dan meng-*upload*-ke *board* Arduino. Ini berjalan pada Windows, Mac OS X, dan Linux. Berdasarkan Pengolahan, *avr-gcc*, dan perangkat lunak sumber terbuka lainnya (Setiawan. 2013).



Gambar 2.12 Tampilan *Software* Arduino IDE

(Sumber : Setiawan, 2013)

Setiawan (2013) menyimpulkan IDE Arduino adalah *software* yang sangat canggih ditulis dengan menggunakan Java. IDE Arduino terdiri dari:

1. *Editor* program, sebuah window yang memungkinkan pengguna menulis dan mengedit program dalam bahasa *Processing*.
2. *Compiler*, sebuah modul yang mengubah kode program (bahasa *Processing*) menjadi kode biner. Bagaimanapun sebuah *microcontroller* tidak akan bisa memahami bahasa *Processing*. Yang bisa dipahami oleh *microcontroller* adalah kode biner. Itulah sebabnya *compiler* diperlukan.
3. *Uploader*, sebuah modul yang memuat kode biner dari komputer ke dalam *memory* di dalam papan Arduino.

## 2.6 IKAN LEMURU (*Sardinella lemuru*)

Karakteristik Ikan Lemuru

Sistematikaikan lemuru adalah:

Famili : Clupeidae

Sub.famili : Clupeinae

Genus : Sardinella

Sub.Genus : Sardinella

Spesies : *Sardinella lemuru*



Gambar 2.13 *Sardinella lemuru*

(Sumber : *Sardinella lemuru* Bleeker , 1853)

*Sardinella lemuru* memiliki bentuk badan yang memanjang dengan bentuk perut yang membulat. Panjang kepala 25 - 29% dari panjang baku, dengan tinggi badan sekitar 27 - 31%, dan panjang baku maksimum 23 cm. Jari - jari sirip punggung berjumlah 14; jari - jari sirip anal 13 - 15; jari - jari sirip dada 16; jari - jari sirip perut 9; tulang saring insang bagian bawah jumlahnya 146 - 166, dan ruas tulang belakang 47 - 48. Pada bagian dalam insang ada bintik keemasan yang berlanjut dengan warna keemasan pada bagian gurat sisinya di sertai adanya bintik hitam di bagian tutup insang (Ginanjar, 2006).

Di Laut Hindia bagian timur dan Pasifik bagian barat, lemuru mudah dibedakan dari semua Clupeid lainnya dengan melihat jumlah jari - jari sirip pectoral, dan sirip pelvicnya. Hal yang membedakan *Sardinella lemuru* dengan *S.*

longicep adalah bagian kepala yang lebih pendek (26 sampai 29% dari panjang standar; *S. longicep* 29 - 35%) dan memiliki selaput insang yang lebih sedikit (77 sampai 188 pada ikan ukuran 6,5 sampai 22 cm; pada *S. longiceps* 150 - 253 pada ukuran 8 – 15.5 cm. Badan *S. lemuru* berwarna keperakan dengan biru gelap pada bagian belakang (posterior); tidak terdapat bercak gelap pada dasar sirip punggung dan pinggiran tepi sirip ekor berwarna gelap (Whitehead,1985).

Tabel 2.4 Data morfologi dan morfometrik ikan lemuru (*Sardinella lemuru*)

<b>Morfologi</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tipe mulut terminal</li> <li>- Ekor homocercal</li> </ul>	
<b>Morphometrik :</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- SL : 16,1 cm</li> <li>- BDP : 3,7 cm</li> <li>- CPL : 1,6 cm</li> <li>- CPD : 1,3 cm</li> <li>- Panjang sebelum sirip dorsal : 8,2 cm</li> <li>- Panjang basis sirip dorsal : 2 cm</li> <li>- Panjang basis sirip ekor : 1,5 cm</li> <li>- Tinggi sirip dorsal : 1 cm</li> <li>- Tinggi sirip ekor : 3,5 cm</li> <li>- Panjang sirip dada : 2,8 cm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Panjang sirip pelvic : 1,4 cm</li> <li>- Sirip dorsal terpanjang : 2,7 cm</li> <li>- Panjang kepala : 4,2 cm</li> <li>- Lebar kepala : 1,7 cm</li> <li>- Panjang snout : 1,4 cm</li> <li>- Lebar suborbital : 1,1 cm</li> <li>- Orbit - sudut preoperculum : 1,3 cm</li> <li>- Diameter mata : 1 cm</li> <li>- Panjang maxilla : 1,2 cm</li> <li>- Lebar bawah kepala : 1,5 cm</li> </ul>

### 2.6.1 Habitat Ikan Lemuru

Penyebaran ikan lemuru di dunia banyak terdapat di sekitar Asia Tenggara, Asia Timur dan Australia Bagian Barat. Di wilayah Samudera Hindia bagian Timur di sekitar daerah Thailand, Jawa Timur dan Bali dan perairan Australia Barat dan di Samudera Pasifik berdatang di daerah utara Jawa sampai Filipina, Hongkong, Taiwan sampai Selatan Jepang (Ginangjar, 2006).



Gambar 2.14 Penyebaran lemuru di dunia (warna merah (*Sardinella lemuru*))

(Sumber : *Sardinella lemuru* Bleeker , 1853)

Ikan lemuru hidup di sekitar perairan pantai sehingga relatif toleran terhadap salinitas yang rendah (20‰). Ikan lemuru termasuk pada kelompok ikan pelagis kecil dan biasanya melakukan migrasi dan bergerombol serta memakan phytoplankton dan zooplankton (*copepoda*). Pembentukan kelompok/bergerombol (*schooling*) yang besar pada ikan lemuru biasanya pada ukuran ikan yang sama dengan kepadatannya yang tinggi. Ini dilakukan sebagai salah satu strategi ikan lemuru untuk menghindari predator, mencari lingkungan yang sesuai dan karena adanya ketersediaan/kelimpahan pakan (Ginanjar, 2006).

Pada siang hari, kelompok ikan ini dekat dasar perairan sementara ketika malam hari kelompok ikan ini bergerak mendekati permukaan air dengan kelompok - kelompok yang terpisah. Terkadang saat siang hari ketika cuaca mendung ikan ini muncul pula berkelompok di dekat permukaan air. Penangkapan ikan ini biasanya dilakukan pada saat malam hari ketika mendekati permukaan air dibantu dengan cahaya lampu. Jumlah yang besar banyak terdapat di perairan pantai terutama di Selat Bali saat terjadi *upwelling* di waktu tertentu banyak ditemukan di perairan teluk dan laguna (Mertadkk 1999).

Pemijahan lemuru terjadi di perairan pantai ketika salinitas rendah pada awal musim penghujan walaupun tempat yang pasti terjadinya pemijahan belum

dapat diketahui. Tipe pemijahan ikan lemuru termasuk pada tipe pemijahan ikan yang tidak menjaga telurnya (*nonguard parental*) dan *eksternal spawning* dimana proses pemijahan terjadi di luar tubuh induknya secara berkelompok. Pada tipe ikan yang melakukan *eksternal spawning* biasanya memiliki jumlah telur yang banyak yang berkaitan dengan strategi dalam menjaga kelangsungan hidup keturunannya (Ginanjari, 2006).

## 2.7 SENSOR INFRAMERAH

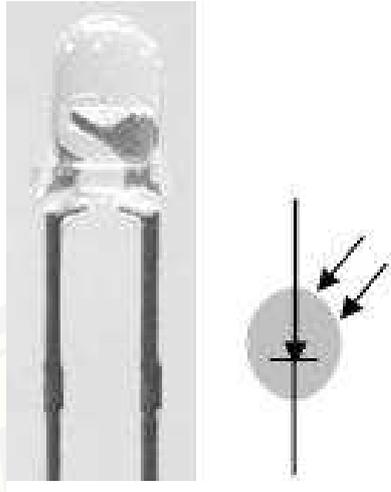
Terdiri dari dua buah rangkaian, yaitu rangkaian *transmitter* dan *receiver* inframerah. Rangkaian *transmitter* inframerah dibentuk menggunakan rangkaian *astabil multivibrator* dengan IC NE 555.



Gambar 2.15 *Infrared*

(Sumber: Hardiyanti, 2010)

Rangkaian ini mampu menghasilkan gelombang *carrier* (pembawa) dengan batasan 32 – 45 KHz. Rangkaian *receiver* inframerah terbentuk menggunakan fotodiode tipe A-394HB yang dioperasikan secara *reverse bias* (Hardiyanti, 2010).



Gambar 2.16 *Photo Diode*

(Sumber: Hardiyanti, 2010)

Fotodiode merupakan sensor optik. Terdapat dua operasi pada fotodiode, yaitu *forward biased* dan *reverse biased*. Apabila bagian positif fotodiode dihubungkan dengan kutub positif dari sebuah baterai, sedangkan kutub negatif fotodiode dihubungkan dengan bagian negatif baterai, maka terjadi hubungan yang dinamakan "*forward bias*". Dalam keadaan *forward bias*, di dalam rangkaian itu timbul arus listrik yang disebabkan oleh kedua macam pembawa muatan. Jadi arus listrik yang mengalir di dalam Sambungan p-n disebabkan oleh gerakan *hole* dan gerakan elektron. Arus listrik itu mengalir searah dengan gerakan *hole*, tapi berlawanan arah dengan gerakan elektron (warsito *et al*, 2014).

Apabila bagian positif fotodiode dihubungkan dengan kutub negatif baterai dan bagian negatif fotodiode dihubungkan dengan kutub positif baterai, maka sekarang terbentuk hubungan yang dinamakan "*reverse bias*". Dengan keadaan seperti ini, maka *hole* (pembawa muatan positif) dapat tersambung langsung ke kutub positif, sedangkan elektron juga langsung ke kutub positif. Jadi, jelas di dalam Sambungan p-n tidak ada gerakan pembawa muatan mayoritas baik *hole* maupun elektron. Sedangkan pembawa muatan minoritas (elektron) di dalam bagian P bergerak berusaha mencapai kutub positif baterai (warsito *et al*, 2014).

Demikian pula pembawa muatan minoritas (*hole*) di dalam bagian N juga bergerak berusaha mencapai kutub negatif. Karena itu, dalam keadaan *reverse bias*, di dalam Sambungan p-n terdapat arus yang timbul meskipun dalam jumlah yang sangat kecil (mikro ampere). Arus ini sering disebut dengan *reverse saturation current* atau *leakage current* (arus bocor) (warsito *et al*, 2014).

## 2.8 CONVEYOR

*Conveyor* merupakan alat pembawa barang atau sering disebut dengan ban berjalan. *Conveyor* lazim digunakan dalam dunia industri, fungsi *conveyor* adalah sebagai sarana transportasi barang dari satu proses menuju proses lainnya. Sistem *conveyor* digunakan apabila kita ingin memindahkan suatu material dalam jumlah yang banyak dari satu tempat ke tempat lain yang melewati suatu jalur, dimana perpindahan material yang terjadi yaitu secara kontinyu (Pranata C S, 2014).

Konveyor rantai cocok untuk sistem konveyor yang membutuhkan penutupan sempurna untuk menahan debu, seksi penyilangan kecil, kemampuan penahanan atau pengisian berlipat atau sedang, kombinasi horizontal dan garis edar vertikal, penanganan material pada temperatur tinggi tetapi membutuhkan keamanan yang diperbaiki oleh pabrik (Hardiyanti, 2010).



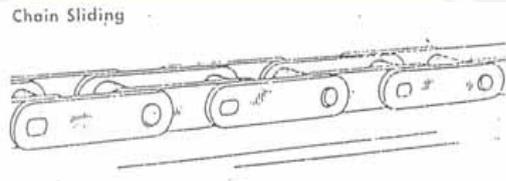
Gambar 2.17 *Conveyor*

(Sumber : Hardiyanti, 2010)

### 2.8.1 Kelas-kelas *Conveyor*

Pertimbangan dalam perencanaan erat hubungannya terhadap jenis konveyor. Dua kelas konveyor telah ditentukan pada dasar faktor friksi/gesekan yang disertakan dengan pergerakan rantai (penyorong atau penggulungan) dan pergerakan material (penyorongan atau dibawah). Dua kelas ini akan dijelaskan sebagai berikut: (Thayab A, 2004).

#### a. *Chain Sliding* (Penyorongan rantai)



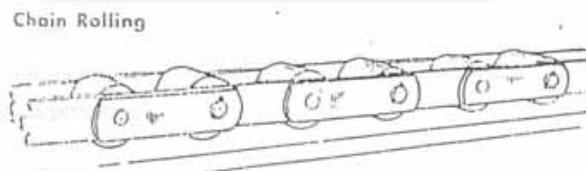
Gambar 2.18 Konveyor kelas *Chain Sliding*

(Sumber: Thayab A, 2004)

Metode ini sederhana didalam kontruksi, memiliki bagian pergerakan yang lebih sedikit dan biasanya paling rendah/murah biayanya untuk beban yang diberikan. Hal ini paling efektif pada peralatan “kotor” dan kontruksi tak datar, baik/cocok untuk pengaruh kondisi. Peralatan daya kuda adalah lebih tinggi daripada untuk rantai penggulung (Thayab A, 2004).

#### b. *Chain Rolling* (Penggulungan rantai)

Metode ini memiliki operasi yang lebih halus, pulsasi yang lebih sedikit bila dibandingkan dengan penyorongan rantai. Semakin lebih rendah gesekan pada pusat yang lebih rendah, maka semakin sedikit pergerakan dan semakin rendah biaya operasi. Hal ini tidak cocok untuk peralatan “kotor” sebagaimana bahan luar dapat mengganggu penggulungan (Thayab A, 2004).



Gambar 2.19 Konveyor kelas *Chain Rolling*

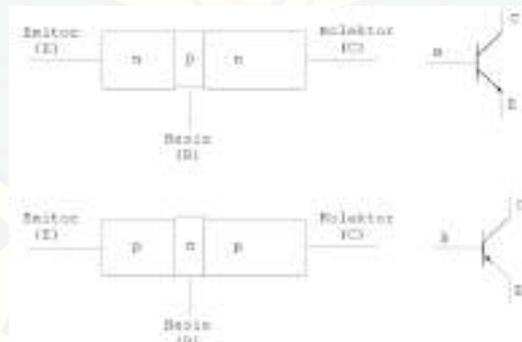
(Sumber: Thayab A, 2004)

## 2.9 TRANSISTOR

### 2.9.1 Kontruksi Transistor

Walter H. Brattain dan John Bardeen pada akhir Desember 1947 di *Bell Telephone Laboratories* berhasil menciptakan suatu komponen yang mempunyai sifat menguatkan yaitu yang disebut dengan Transistor. Keuntungan komponen transistor ini dibanding dengan pendahulunya tabung hampa, adalah ukuran fisiknya yang sangat kecil dan ringan. Bahkan dengan teknologi sekarang ini ratusan ribu transistor dapat dibuat dalam satu *keping* silikon. Disamping itu komponen semikonduktor ini membutuhkan sumber daya yang kecil serta efisiensi yang tinggi (Sarjono *et al*, 2007).

Transistor adalah komponen semikonduktor yang terdiri atas sebuah bahan tipe p dan diapit oleh dua bahan tipe n (transistor NPN) atau terdiri atas sebuah bahan tipe n dan diapit oleh dua bahan tipe p (transistor PNP). Sehingga transistor mempunyai tiga terminal yang berasal dari masing-masing bahan tersebut. Struktur dan simbol transistor dapat dilihat pada gambar 2.20. (Sarjono, 2007)



Gambar 2.20 Struktur dan simbol transistor

(Sumber : Surjono *et al*, 2011)

Ketiga terminal transistor tersebut dikenal dengan Emitor (E), Basis (B) dan Kolektor(C). Emitor merupakan bahan semikonduktor yang diberi tingkat *doping* sangat tinggi. Bahan kolektor diberi *doping* dengan tingkat yang sedang. Sedangkan basis adalah bahan dengan dengan *doping* yang sangat rendah. Perlu

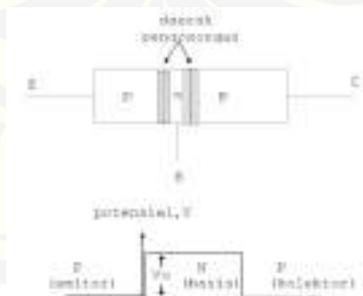
diingat bahwa semakin rendah tingkat *doping* suatu bahan, maka semakin kecil konduktivitasnya. Hal ini karena jumlah pembawa mayoritasnya (elektron untuk bahan n dan *hole* untuk bahan p) adalah sedikit. Tabel 2.5 merupakan sifat dari tiga terminal transistor (Intermetall, 1966).

Tabel 2.5 Sifat terminal transistor

	Emitor	Basis	Kolektor
<i>Input</i> Impedansi	Medium	Rendah	Tinggi
<i>Output</i> Impedansi	Medium	Tinggi	Rendah
Kenaikan Arus	Tinggi	Kurang dari 1	Tinggi
Batas Frekuensi Atas	Rendah	Tinggi	Rendah

### 2.9.2 Prinsip Kerja Transistor

Apabila pada terminal transistor tidak diberi tegangan bias dari luar, maka semua arus akan nol atau tidak ada arus yang mengalir. Sebagai mana terjadi pada persambungan dioda, maka pada persambungan emiter dan basis (JE) serta pada persambungan basis dan kolektor (JC) terdapat daerah pengosongan. Tegangan penghalang (*barrier potensial*) pada masing-masing persambungan dapat dilihat pada gambar 2.14. Penjelasan kerja berikut ini didasarkan pada transistor jenis PNP (bila NPN maka semua polaritasnya adalah sebaliknya (Sarjono *et al*, 2007).

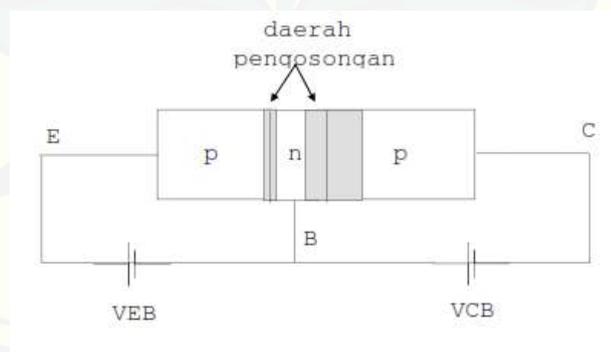


Gambar 2.21 Diagram potensial pada transistor tanpa bias

(Sumber : Surjono *et al*, 2011)

Pada gambar 2.21 terlihat bahwa terdapat perbedaan potensial antara kaki emitor dan basis sebesar  $V_0$ , juga antara kaki basis dan kolektor. Oleh karena potensial ini berlawanan dengan muatan pembawa pada masing-masing bahan tipe P dan N, maka arus rekombinasi *hole*-elektron tidak akan mengalir. Sehingga pada saat transistor tidak diberi tegangan bias, maka arus tidak akan mengalir (Sarjono *et al*, 2007).

Selanjutnya apabila antara terminal emitor dan basis diberi tegangan bias maju (emitor positif dan basis negatif) serta antara terminal basis dan kolektor diberi bias mundur (basis positif dan kolektor negatif), maka transistor disebut mendapat bias aktif (dapat dilihat pada gambar 2.22). Setelah transistor diberi tegangan bias aktif, maka daerah pengosongan pada persambungan emitor-basis menjadi semakin sempit karena mendapatkan bias maju. Sedangkan daerah pengosongan pada persambungan basis-kolektor menjadi semakin melebar karena mendapat bias mundur. Pemberian tegangan bias seperti ini menjadikan kerja transistor berbeda sama sekali bila dibanding dengan dua dioda yang disusun berbalikan, meskipun sebenarnya struktur transistor adalah mirip seperti dua dioda yang disusun berbalikan, yakni dioda emitor-basis (P-N) dan dioda basis-kolektor (N-P) (Sarjono *et al*, 2007).



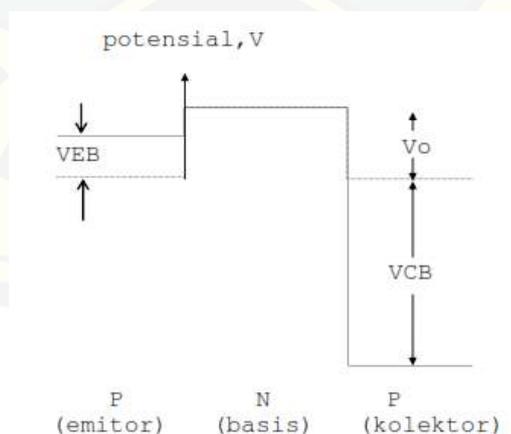
Gambar 2.22 Transistor dengan tegangan bias aktif

(Sumber : Surjono *et al*, 2011)

Bila mengikuti prinsip kerja dua dioda yang berbalikan, maka dioda emitor-basis yang mendapat bias maju akan mengalirkan arus dari emitor ke basis dengan

cukup besar. Sedangkan dioda basis-kolektor yang mendapat bias mundur praktis tidak mengalirkan arus. Dengan demikian terminal emitor dan basis akan mengalir arus yang besar dan terminal kolektor tidak mengalirkan arus. Namun yang terjadi pada transistor tidaklah demikian. Hal ini disebabkan karena dua hal, yaitu: ukuran fisik basis yang sangat sempit (kecil) dan tingkat *doping* basis yang sangat rendah. Oleh karena itu konduktivitas basis sangat rendah atau dengan kata lain jumlah pembawa mayoritasnya (dalam hal ini adalah elektron) sangatlah sedikit dibanding dengan pembawa mayoritas emitor (dalam hal ini adalah *hole*). Sehingga jumlah *hole* yang berdifusi ke basis sangat sedikit dan sebagian besar tertarik ke kolektor dimana pada kaki kolektor ini terdapat tegangan negatif yang relatif besar (Sarjono *et al*, 2007).

Prinsip kerja transistor ini akan lebih jelas lagi apabila dilihat diagram potensial pada gambar 2.23 Tegangan bias maju yang diberikan pada dioda emitor-basis (VEB) akan mengurangi potensial penghalang  $V_0$ , sehingga pembawa muatan mayoritas pada emitor akan mudah untuk berekombinasi ke basis. Namun karena konduktivitas basis yang rendah dan tipisnya basis, maka sebagian besar pembawa muatan akan tertarik ke kolektor. Disamping itu juga dikuatkan oleh adanya beda potensial pada basis-kolektor yang semakin tinggi sebagai akibat penerapan bias mundur VCB (Sarjono *et al*, 2007).



Gambar 2.23 Diagram potensial pada transistor dengan bias aktif

(Sumber : Surjono *et al*, 2011)

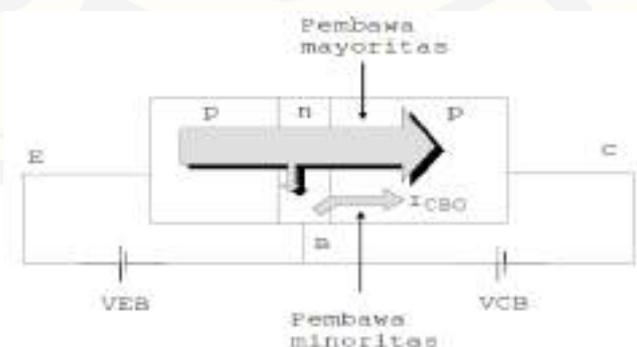
Dengan demikian arus dari emitor ( $I_E$ ) sebagian kecil dilewatkan ke basis ( $I_B$ ) dan sebagian besar lainnya diteruskan kolektor ( $I_C$ ). Sesuai dengan hukum Kirchhoff maka diperoleh persamaan yang sangat penting yaitu:

$$I_E = I_C + I_B \dots\dots\dots 2.6$$

Karena besarnya arus  $I_C$  kira-kira 0,90 sampai 0,998 dari arus  $I_E$ , maka dalam praktek umumnya dibuat  $I_E \cong I_C$ .

Disamping ketiga macam arus tersebut yang pada dasarnya adalah disebabkan karena aliran pembawa mayoritas, di dalam transistor sebenarnya masih terdapat aliran arus lagi yang relatif sangat kecil yakni yang disebabkan oleh pembawa minoritas. Arus ini sering disebut dengan arus bocor atau  $I_{CBO}$  (arus kolektor-basis dengan emitor terbuka). Namun dalam berbagai analisa praktis arus ini sering diabaikan. Seperti halnya pada dioda, bahwa dalam persambungan PN yang diberi bias mundur mengalir arus bocor  $I_s$  karena pembawa minoritas. Demikian juga dalam transistor dimana arus bocor ini sangat peka terhadap temperatur, yakni akan naik dua kali untuk setiap kenaikan persambungan kolektor-basis yang diberi bias mundur VCB akan mengalir arus bocor ( $I_{CBO}$ ) kan temperatur  $10^\circ\text{C}$ . Diagram aliran arus  $I_E$ ,  $I_B$ ,  $I_C$  dan  $I$  dalam transistor dapat dilihat pada gambar 2.24. Dari gambar tersebut terlihat bahwa arus kolektor merupakan penjumlahan dari arus  $I_{CBO}$  pembawa mayoritas dan arus pembawa minoritas, yaitu: (Sarjono *et al*, 2007).

$$I_C = I_{C_{\text{Mayoritas}}} + I_{C_{\text{BMinoritas}}} \dots\dots\dots 2.7$$



. Gambar 2.24 Diagram aliran arus transistor

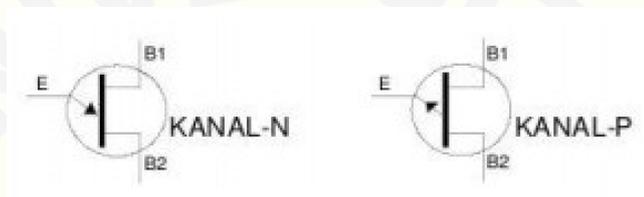
(Sumber : Surjono *et al*, 2011)

### 2.9.3 Jenis Transistor (Anam M C, 2008)

Terdapat tiga jenis transistor yaitu UJT, FET, dan MOSFET. Berikut adalah penjelasannya:

#### 1. *Uni Junktion Transistor* (UJT)

*Uni Junktion Transistor* (UJT) adalah transistor yang mempunyai satu kaki emitor dan dua basis. Kegunaan transistor ini adalah terutama untuk *switch* elektronis. Ada Dua jenis UJT ialah UJT Kanal N dan UJT Kanal P. Strukturnya dapat dilihat pada gambar 2.25.

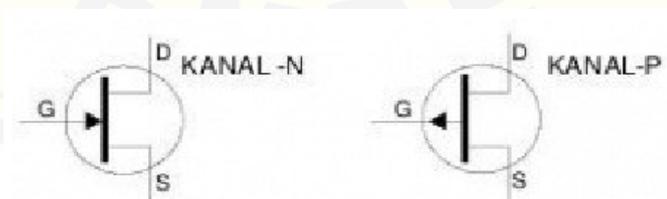


Gambar 2.25 Simbol UJT

(Sumber : Anam M C, 2008)

#### 2. *Field Effect Transistor* (FET)

*Field Effect Transistor* (FET) adalah suatu jenis transistor khusus. Tidak seperti transistor biasa, yang akan menghantar bila diberi arus di basis, transistor jenis FET akan menghantar bila diberikan tegangan (jadi bukan arus). Kaki-kakinya diberi nama *Gate* (G), *Drain* (D) dan *Source* (S). Simbolnya dapat dilihat pada gambar 2.26.



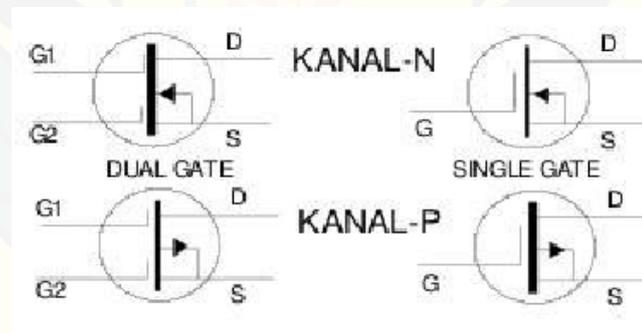
Gambar 2.26 Simbol FET

(Sumber : Anam M C, 2008)

Beberapa Kelebihan FET dibandingkan dengan transistor biasa ialah antara lain penguatannya yang besar, serta desah yang rendah. Karena harga FET yang lebih tinggi dari transistor, maka hanya digunakan pada bagian-bagian yang memang memerlukan. Wujud fisik FET ada berbagai macam yang mirip dengan transistor. Seperti halnya transistor, ada dua jenis FET yaitu Kanal N dan Kanal P. Kecuali itu terdapat beberapa macam FET ialah *Junktion* FET (JFET) dan *Metal Oxide Semiconductor* FET (MOSFET).

### 3. *Metal Oxide Semiconductor* FET (MOSFET).

*Metal Oxide Semiconductor* FET (MOSFET) adalah suatu jenis FET yang mempunyai satu *Drain*, satu *Source* dan satu atau dua *Gate*. MOSFET mempunyai *input impedance* yang sangat tinggi. Mengingat harga yang cukup tinggi, maka MOSFET hanya digunakan pada bagian-bagian yang benar-benar memerlukannya. Penggunaannya misalnya sebagai RF *amplifier* pada *receiver* untuk memperoleh amplifikasi yang tinggi dengan desah yang rendah.



Gambar 2.27 Simbol MOSFET

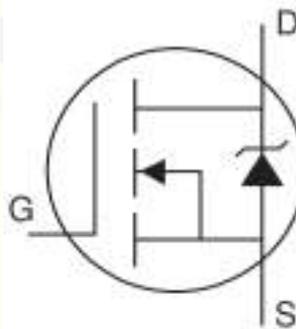
(Sumber : Anam M C, 2008)

Dalam pengemasan dan perakitan dengan menggunakan MOSFET perlu diperhatikan bahwa komponen ini tidak tahan terhadap elektrostatik, mengemasnya menggunakan kertas timah, pematriannya menggunakan jenis solder yang khusus untuk pematrian MOSFET. Seperti halnya pada FET, terdapat dua macam MOSFET ialah Kanal P dan Kanal N.

#### 2.9.4 Contoh Transistor *Power* MOSFET

##### 1. IRFZ44N

MOSFET dengan proses pembuatan terbaru sehingga menghasilkan resistansi sangat rendah tiap daerah silikon dengan proses *switching* berkecepatan tinggi. Dapat bekerja hingga suhu  $175^{\circ}\text{C}$ . IRFZ44N memiliki arus drain ( $I_D$ ) maksimal sebesar 49A dengan tegangan *drain to source* ( $V_{DSS}$ ) minimum adalah 55V. Sedangkan resistansi *drain-source* dalam keadaan *on* maksimum adalah  $1,75\text{m}\Omega$ . Gambar 2.28 merupakan simbol dari IRFZ44N *Power* MOSFET (Internasional R, 2001).

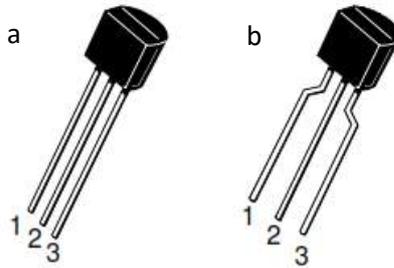


Gambar 2.28 Simbol IRFZ44N *Power* MOSFET

(Sumber: International R. 2001)

##### 2. *Amplifier* Transistor BC546B

Merupakan seri *amplifier* transistor *NPN*. Dengan spesifikasi tegangan kolektor-emitor ( $V_{CEO}$ ) adalah 65Vdc. Untuk tegangan kolektor-basis ( $V_{CBO}$ ) sebesar 80Vdc. Sedangkan tegangan emitor-basis ( $V_{EBO}$ ) sebesar 6Vdc. Transistor BC546B memiliki simbol yang sama seperti transistor pada umumnya, dengan arus emitornya sebesar 100mA dc. Terdapat 2 bentuk transistor yang pertama kaki kolektor dan emitor lurus. Sedangkan yang kedua kaki kolektor dan emitornya bengkok. Dapat dilihat pada gambar 2.29 (On Semoconductor, 2007).



Gambar 2.29 a) Transistor BC546B dengan kaki lurus b) Transistor BC546B dengan kaki bengkok

(Sumber: On Semiconductor, 2007)

### 3. TIP3055

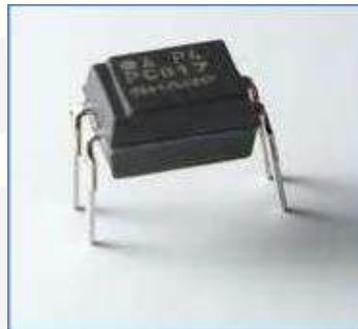
Merupakan transistor NPN yang dirancang untuk aplikasi *switching* dan penguat dengan tingkat keamanan yang sangat baik. Transistor TIP3055 memiliki tegangan kolektor-emitor ( $V_{CEO}$ ) sebesar 60Vdc, tegangan kolektor-emitor ( $V_{CER}$ ) sebesar 70Vdc, tegangan kolektor-basis ( $V_{CB}$ ) sebesar 100Vdc, dan tegangan emitor-basis ( $V_{EB}$ ) sebesar 7Vdc. Arus kolektor ( $I_C$ ) secara terus-menerus sebesar 1,5Adc sedangkan arus basis ( $I_B$ ) sebesar 7Adc (On Semiconductor, 2012).

## 2.10 OPTOCOUPLER

Invoservicetv (2010) mengatakan *Optocoupler* adalah suatu piranti yang terdiri dari 2 bagian yaitu *transmitter* dan *receiver*, yaitu antara bagian cahaya dengan bagian deteksi sumber cahaya terpisah. Biasanya *optocoupler* digunakan sebagai saklar elektrik, yang bekerja secara otomatis. *Optocoupler* adalah suatu komponen penghubung yang bekerja berdasarkan picu cahaya optik. *Optocoupler* terdiri dari dua bagian yaitu:

- a. Pada transmitter dibangun dari sebuah LED infra merah. Jika dibandingkan dengan menggunakan LED biasa, LED infra merah memiliki ketahanan yang lebih baik terhadap sinyal tampak. Cahaya yang dipancarkan oleh LED infra merah tidak terlihat oleh mata telanjang.

- b. Pada bagian *receiver* dibangun dengan dasar komponen phototransistor. Phototransistor merupakan suatu transistor yang peka terhadap tenaga cahaya. Suatu sumber cahaya menghasilkan energi panas, begitu pula dengan spektrum infra merah. Karena spektrum infra mempunyai efek panas yang lebih besar dari cahaya tampak, maka phototransistor lebih peka untuk menangkap radiasi dari sinar infra merah.



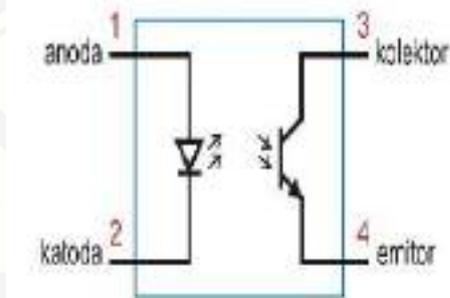
Gambar 2.30 *Optocoupler*

(Sumber: Rumangit *et al*, 2012)

Optocoupler merupakan salah satu jenis komponen yang memanfaatkan sinar sebagai pemicu on/off-nya. Opto berarti optik dan coupler berarti pemicu. Sehingga bisa diartikan bahwa optocoupler merupakan suatu komponen yang bekerja berdasarkan picu cahaya optic opto-coupler termasuk dalam sensor, dimana terdiri dari dua bagian yaitu transmitter dan receiver (Pe2nk87, 2010).

LED infra merah ini merupakan komponen elektronika yang memancarkan cahaya infra merah dengan konsumsi daya sangat kecil. Jika diberi prasiapak maju, LED infra merah yang terdapat pada optocoupler akan mengeluarkan panjang gelombang sekitar 0,9 mikrometer. Phototransistor memiliki sambungan kolektor-basis yang besar dengan cahaya infra merah, karena cahaya ini dapat membangkitkan pasangan lubang elektron. Dengan diberi prasiapak maju, cahaya yang masuk akan menimbulkan arus pada kolektor. Phototransistor memiliki bahan utama yaitu germanium atau silikon yang sama dengan bahan pembuat transistor. Tipe phototransistor juga sama dengan transistor pada umumnya yaitu

PNP dan NPN. Perbedaan transistor dengan phototransistor hanya terletak pada rumahnya yang memungkinkan cahaya infra merah mengaktifkan daerah basis, sedangkan transistor biasa ditempatkan pada rumah logam yang tertutup (Pe2nk87, 2010).



Gambar 2.31 Rangkaian dasar *optocoupler*

(Sumber: Pe2nk87, 2010)

Contoh *optocoupler* yang terdapat di pasaran yaitu seri PC817XNNSZ0F. Seri PC817XNNSZ0F berisi infra merah yang digabung dengan fototransistor dan memiliki 4 *pin*. Tegangan isolasi masukan dan keluarannya adalah 5kV. Sedangkan tegangan kolektor-emitornya 80V (Sharp, 2004).



Gambar 2.32 Seri PC817XNNSZ0F

(Sumber: Sharp, 2004)

### BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1. Tempat Dan Waktu Penelitian

Penelitian “Perancangan Kecepatan Pisau Potong Ikan Sarden Berbasis PID (*Proportional Integral Derivative Controller*)” dilakukan di dua tempat yaitu tempat tinggal peneliti dan Lab Fakultas Teknik Universitas Jember.

Alamat Tempat Tinggal : Jalan Pajajaran, VI Blok G16 Perum Bukit  
Permai Kabupaten Jember

Alamat Lab Fakultas Teknik : Jalan Slamet Riyadi, no 62 Patrang  
Kabupaten Jember

Waktu : 14 Juli 2015 – 15 Oktober 2016

#### 3.2. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut;

##### 3.2.1 Hardware

1. Sensor Infrared
2. Arduino Uno
3. Motor DC
4. Rantai
5. Alumunium Rangka
6. Plat Galvalum
7. As Roda
8. Gear depan sepeda motor

##### 3.2.2 Software

1. Arduino IDE
2. LabVIEW *Evaluation Version 2016*
3. Eagle PCB *Design Free Version*

### 3.3. Tahapan Penelitian

Penelitian Perancangan Kecepatan Pisau Potong Ikan Sarden Berbasis PID (*Proportional Integral Derivative Controller*) langkah – langkahnya sebagai berikut:

#### 1. Studi literatur

Tahap awal penelitian adalah mencari literatur dari hasil penelitian sebelumnya dan mencari literatur tentang penelitian yang sedang diteliti. Literatur yang didapat bisa memberikan keyakinan bahwa penelitian ini dapat dilaksanakan dan memberikan arahan untuk mengurangi kesalahan dalam penelitian.

#### 2. Pembelian bahan pembuatan

Tahap kedua adalah pembelian material yang dibutuhkan untuk membuat alat dengan sensor inframerah sebagai sensor utama, komponen-komponen elektronik aktif dan pasif yang dibutuhkan serta perangkat pendukung lainnya.

#### 3. Pengerjaan perangkat keras

Tahap ketiga adalah proses pengerjaan perangkat keras yang meliputi pembuatan perangkat mekanik dan elektronik dari bahan pembuatan yang sudah dibeli.

#### 4. Pembuatan perangkat lunak

Tahap keempat adalah pembuatan perangkat lunak dengan *software* Arduino IDE sebagai perangkat pemrograman dan kontrol utama dengan metode PID.

#### 5. Pengujian alat

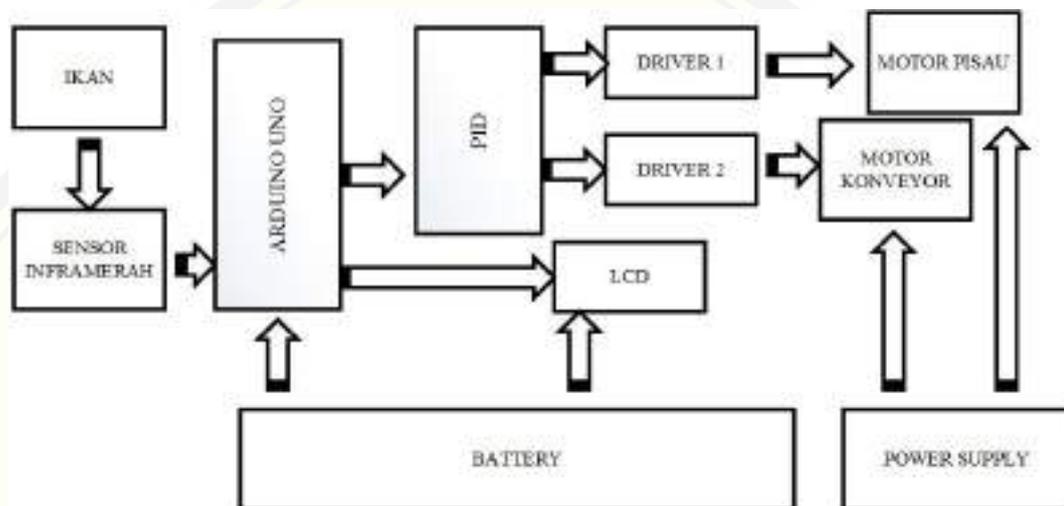
Tahap kelima berfungsi menguji kinerja baik perangkat keras, perangkat lunak yang telah dibuat dan menguji sistem yang telah terintegrasi secara menyeluruh, sehingga nantinya alat yang telah dibuat dapat bekerja secara maksimal.

#### 6. Analisa sistem

Tahap keenam adalah menganalisa kinerja alat baik perangkat keras dan perangkat lunak sistem yang telah diuji. Penganalisaan sistem keseluruhan perangkat bertujuan menemukan suatu pembahasan atas analisa yang telah dibuat terhadap sistem yang telah dibuat dan dapat ditemukan kesimpulan terhadap apa yang sedang diamati.

### 3.4. Diagram Blok

Prinsip kerja prototipe pemotong ikan Sarden untuk proses pengalengan sarden dengan pengaturan kecepatan motor DC pada pisau pemotong berbasis PID (*Proportional Integral Derivative Controller*) ditunjukkan pada diagram blok dibawah ini:



Gambar 3.1 Blok Diagram Prototipe Pemotong Ikan Sarden

Gambar 3.1 diatas merupakan keseluruhan bagian dari sistem pemotong ikan Sarden. Ketika objek ikan terdeteksi oleh sensor inframerah, sensor akan melakukan penghitungan jumlah objek dalam waktu 3 detik. Selama jeda waktu jika objek yang terdeteksi lebih dari 5 ekor ikan maka arduino akan mengontrol kecepatan motor pisau pemotong lebih cepat. Sebaliknya jika dalam waktu 3 detik ikan yang lewat lebih jumlahnya lebih kecil dari 5, maka arduino akan mengontrol putaran pisau pemotong dengan putaran pisau lebih pelan. Arduino berfungsi sebagai pengontrol sistem. Lcd berfungsi untuk menampilkan jumlah ikan yang terdeteksi oleh sensor inframerah.

Alat pemotong ikan Sarden beroperasi dengan dua sumber tenaga listrik. Arduino, rangkaian driver, dan sensor Inframerah disuplai dengan listrik dari baterai sepeda motor yang merupakan sumber pertama. Pada prototipe yang dibuat menggunakan sumber tenaga listrik dari tiga *power supply*. Masing – masing *power*

*supply* memiliki tegangan *output* yang berbeda. *Power Supply* pertama mempunyai tegangan *output* 12 volt, *power supply* ke dua mempunyai tegangan *output* 16 volt, dan *power supply* ke tiga mempunyai tegangan *output* 12 volt. Driver motor dc pisau pemotong di suplai dari power supply pertama dan ke dua. *Power supply* ke tiga menyuplai listrik ke motor penggerak konveyor.

### 3.5. Perancangan *Hardware*

Komponen utama perancangan mekanik prototipe pemotong ikan Sarden untuk proses pengalengan sarden dengan pengaturan kecepatan motor dc pada pisau pemotong berbasis PID (*Proportional Integral Derivative Controller*) dapat dijelaskan sebagai berikut :

#### 1. Rangka Konveyor Prototipe Pemotong Ikan Sarden

Rangka konveyor terbuat dari bahan alumunium ringan dengan diameter bahan tinggi 3,7 cm dan lebar 2,5 cm seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.2. Pemakaian alumunium bertujuan untuk mendapatkan kerangka mekanik yang ringan, kuat dan tahan terhadap korosi. Hal ini juga berhubungan dengan objek yang diteliti yaitu ikan Sarden yang merupakan ikan air asin apabila menggunakan besi biasa prototipe alat akan mudah korosi. Rangka prototipe mempunyai panjang 60 cm dan tinggi 30 cm yang diperlihatkan pada gambar 3.3.



Gambar 3.2. Alumunium Rangka *Konveyor*



Gambar 3.3. Rangka alumunium Konveyor

## 2. Rantai Konveyor Prototipe Pemotong Ikan Sarden

Konveyor rantai adalah jenis konveyor yang digunakan pada prototipe pemotong ikan Sarden. Komponen utama penggerak konveyor terdiri dari rantai dan *gear* untuk menggerakkan rantai. Rantai yang digunakan telah dimodifikasi seperti pada gambar 3.4 modifikasi ini bertujuan agar tempat ikan dapat disusun di atas rantai. Tempat ikan dan penutup pada rantai konveyor terbuat dari plat Galvalum. Galvalum dipilih karena tahan terhadap korosi dan mudah untuk dibentuk sesuai dengan fungsi yang diinginkan, tempat ikan dan penutup rantai dapat dilihat pada gambar 3.5.



Gambar 3.4. Rantai Konveyor



Gambar 3.5. Tempat Ikan dan Penutup Rantai Konveyor

### 3. Motor DC Prototipe Pemotong Ikan Sarden

Motor DC yang digunakan berjumlah 3 unit. Motor pertama untuk menggerakkan konveyor, motor ke dua dan ke tiga untuk menggerakkan pisau pemotong. Motor DC yang digunakan dapat dilihat pada gambar 3.6. Spesifikasi Motor DC yang digunakan dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Spesifikasi Motor DC

No	NAMA MOTOR	SPESIFIKASI MOTOR
1	Motor Konveyor	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tegangan : DC 12V</li> <li>• Arus : 4A</li> <li>• Kecepatan : 500 rpm</li> <li>• Torsi : 100 kg.cm</li> <li>• Dimensi <i>body</i> : panjang 12,5 cm x diameter 5 cm</li> <li>• Dimensi <i>shaft</i> : panjang 1,5 cm x diameter 1,5 cm</li> <li>• Berat : 930 gram</li> </ul>
2	Motor Pisau Potong	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kecepatan : 22000rpm</li> <li>• Tegangan : 12V</li> <li>• Arus : 1,5A</li> <li>• Torsi : 3,0kgcm</li> <li>• Dapat dioperasikan mulai tegangan 3V - 12V</li> </ul>



Motor Konveyor  
(a)



Motor Pisau Potong  
(b)

Gambar 3.6. Motor DC pada Prototipe Pemotong Ikan Sarden

#### 4. Rangkaian Prototipe Pemotong Ikan Sarden

*Board* rangkaian dari prototipe ikan Sarden menggunakan *acrylic* 0.3 cm dengan panjang 32 cm, lebar 25,2 cm, tinggi 9,5 cm. Kotak *board* rangkaian disokong dengan rangka aluminium persegi dengan panjang dan lebar 2,2 cm. *Board* rangkaian dilengkapi dengan 2 kipas DC sebagai pendingin rangkaian. *Board* rangkaian disuplai dengan tegangan 12 volt dari baterai sepeda motor. *Board* rangkaian dapat dilihat pada gambar 3.7.



Gambar 3.7. Rangkaian Prototipe Pemotong Ikan Sarden

### 3.6. Perancangan Elektronika

Komponen yang digunakan dalam perancangan elektronik prototipe pemotong ikan Sarden dibahas satu persatu sebagai berikut:

#### 1. Rangkaian *Driver* Motor DC Pengerak Konveyor

Rangkaian *driver* ini berfungsi sebagai control kecepatan konveyor pada prototipe pemotong ikan Sarden. *Scematic* rangkaian driver dapat dilihat pada gambar 3.8. prinsip kerja dari rangkaian dibawah yaitu ketika Arduino diberikan nilai PWM tertentu, *optocoupler* PC817 akan aktif akibatnya arus dapat mengalir melewati *optocoupler*. Transistor BC547 pada rangkaian disusun secara bertingkat berfungsi sebagai penguat sinyal pada *gate* mosfet. *Capasitor* 2,2 nf pada rangkaian berfungsi untuk memperlalus tegangan DC menuju *gate* mosfet. Rangkaian *driver* menggunakan 5 mosfet tipe IRFZ44N yang akan mengalirkan arus ketika *gate* dipicu oleh rangkaian *driver* PWM. Nilai PWM yang diberikan berkisar 0 – 255. Spesifikasi mosfet yang digunakan rangkaian ada pada tabel 3.2. Gambar 3.10 merupakan rangkaian *scematic* yang telah dibuat.

Tabel 3.2 Spesifikasi IRFZ44N

Tipe	$V_{DSS}$	$R_{DS(ON)}$	$I_D$
IRFZ44N	55 V	17.5 m $\Omega$	49 A

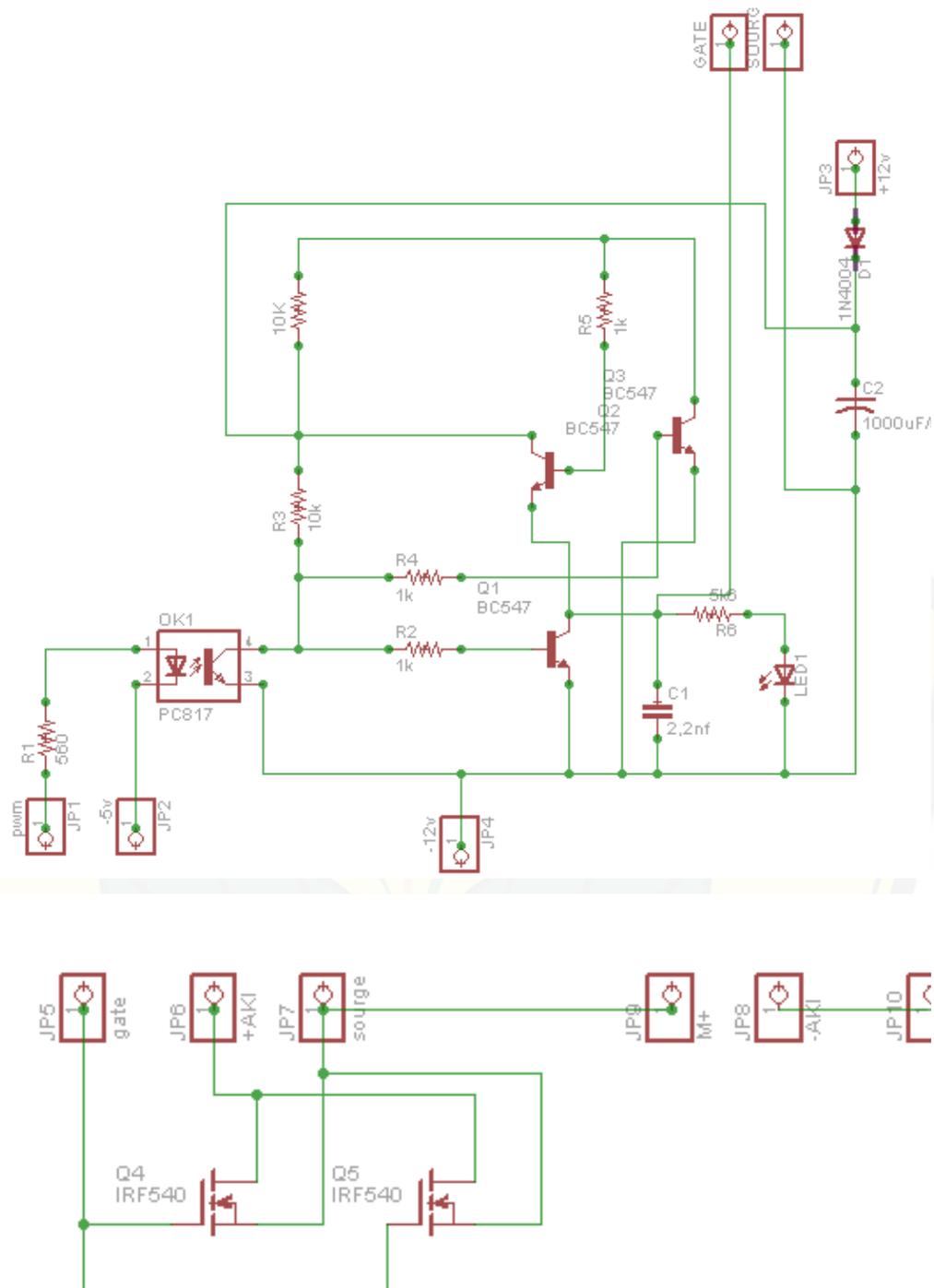




Gambar 3.9 *Board* Rangkaian *Driver* Penggerak Konveyor

## 2. Rangkaian *Driver* Pisau Pemotong

Rangkaian *driver* ini berfungsi sebagai kontrol kecepatan pisau potong pada prototipe pemotong ikan Sarden. *Scematic* rangkaian *driver* dapat dilihat pada gambar 3.10. Prinsip kerja dari rangkaian, ketika Arduino diberikan nilai PWM tertentu *optocoupler* PC817 akan aktif akibatnya arus dapat mengalir melewati *optocoupler*. Transistor BC547 pada rangkaian disusun secara bertingkat berfungsi sebagai penguat sinyal pada *gate* mosfet. *Capasitor* 2,2 nf pada rangkaian berfungsi untuk memperhalus tegangan DC menuju *gate* mosfet. Rangkaian *driver* pisau pemotong masing – masing menggunakan 2 mosfet tipe IRFZ44N yang akan mengalirkan arus ketika *gate* dipicu oleh rangkaian *driver* PWM. Nilai PWM yang diberikan berkisar 0 – 255. Rangkaian *driver* yang digunakan pada motor pisau pemotong sama dengan rangkaian *driver* yang digunakan pada penggerak konveyor hanya berbeda dari mosfet yang digunakan. Gambar 3.12 menunjukkan rangkaian yang telah dibuat.



Gambar 3.10. Schematic Rangkaian Driver Motor Pisau Pemotong

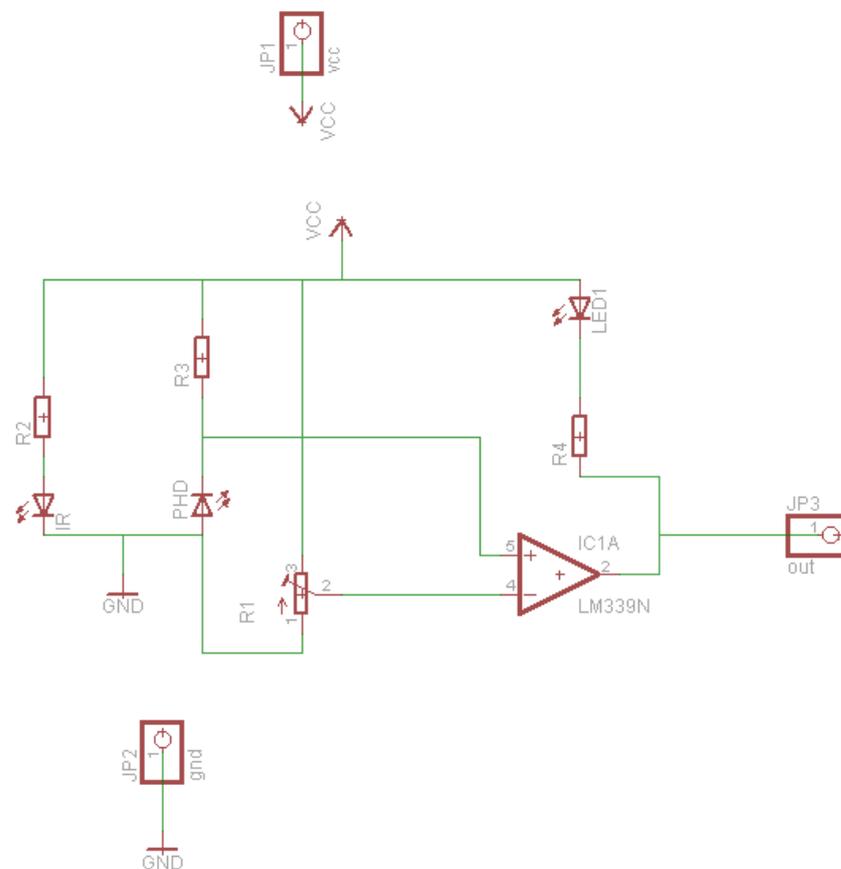


Gambar 3.11. Rangkaian *Driver* Motor Pisau Pemotong

### 3. Sensor Inframerah

Sensor inframerah menggunakan IC LM339 yang biasa disebut sebagai komparator. *Scematic* rangkaian sensor inframerah diperlihatkan pada gambar 3.12. IC LM339 berfungsi untuk membandingkan tegangan antara  $V_{in}$  dan  $V_{ref}$ . Jika tegangan  $V_{in}$  lebih besar dari  $V_{ref}$ , maka  $V_o$  akan berlogika *HIGH*. Ketika IC berlogika *HIGH* sensor dalam keadaan tidak mendeteksi objek. Sebaliknya jika tegangan  $V_{in}$  lebih kecil dari  $V_{ref}$ , maka  $V_o$  akan berlogika *LOW*. Ketika  $V_o$  *LOW* sensor dalam keadaan mendeteksi objek.

Sensor inframerah yang digunakan untuk mendeteksi objek terdiri dari *photodiode* yang berfungsi sebagai *receiver* dan infrared led sebagai *transmitter*. Prinsip kerjanya ketika gelombang inframerah dari led infrared mengenai objek, gelombang itu akan memantul dan diterima oleh *photodiode* kemudian tegangan yang dihasilkan akan dibandingkan oleh komparator kemudian akan diteruskan ke Arduino. Sensor inframerah diperlihatkan pada gambar 3.13.



Gambar 3.12. *Scematic* Sensor Inframerah



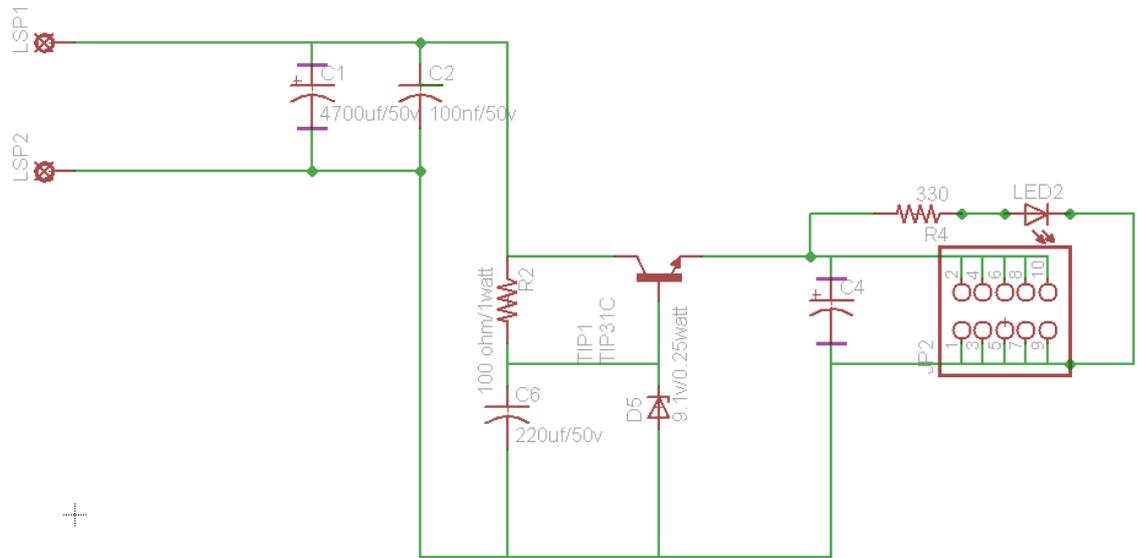
Gambar 3.13. Sensor Inframerah

#### 4. Rangkaian *Regulator* Arduino

Rangkaian *regulator* berfungsi sebagai pemberi tegangan pada Arduino dari sumber baterai sepeda motor 12 VDC. *Scematic* rangkaian *regulator* tegangan diperlihatkan pada gambar 3.14. Regulator berfungsi sebagai penurun tegangan aki dari 12 VDC menjadi 9 VDC. Rangkaian ini menggunakan dioda zener 9.1 V, serta transistor bipolar NPN tipe TIP3055. TIP3055 berfungsi sebagai penguat arus pada rangkaian. Spesifikasi TIP3055 diperlihatkan pada tabel 3.3. Arus masuk ke basis transistor melalui R2 100 $\Omega$  sehingga arus tersebut dibatasi dengan sedemikian rupa supaya tidak melebihi batas arus maksimal dari dioda zener sebagai regulator tegangan atau pembatas tegangan. fungsi *capasitor* ialah sebagai penstabil tegangan yang nantinya dikeluarkan oleh regulator. Gambar 3.15 menunjukkan *regulator* tegangan yang telah dibuat.

Tabel 3.3 Spesifikasi TIP3055

Tipe Transistor	Arus	Tegangan	Daya
TIP3055	15 A	60 V	90 W



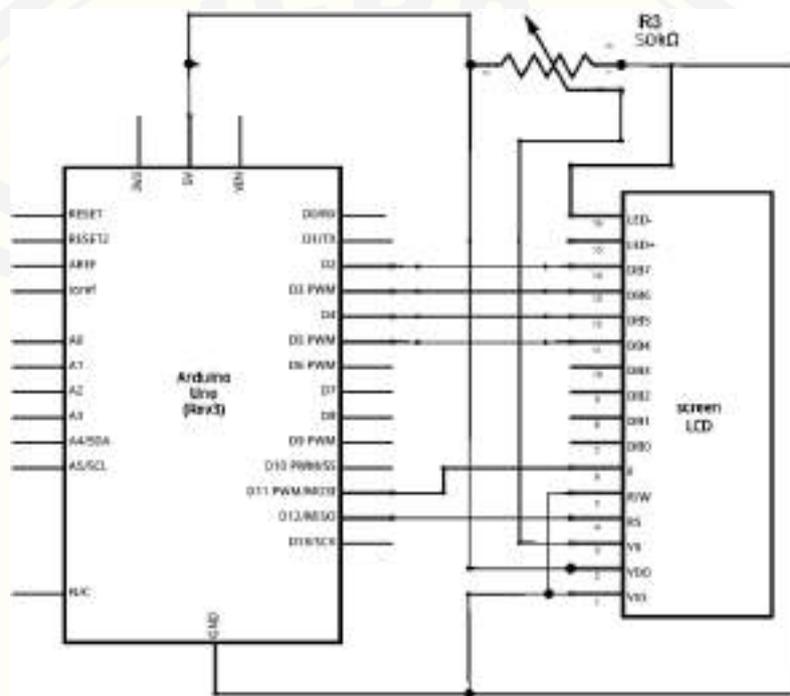
Gambar 3.14. Scematic Regulator Tegangan



Gambar 3.15. Regulator Tegangan

### 5. Rangkaian LCD

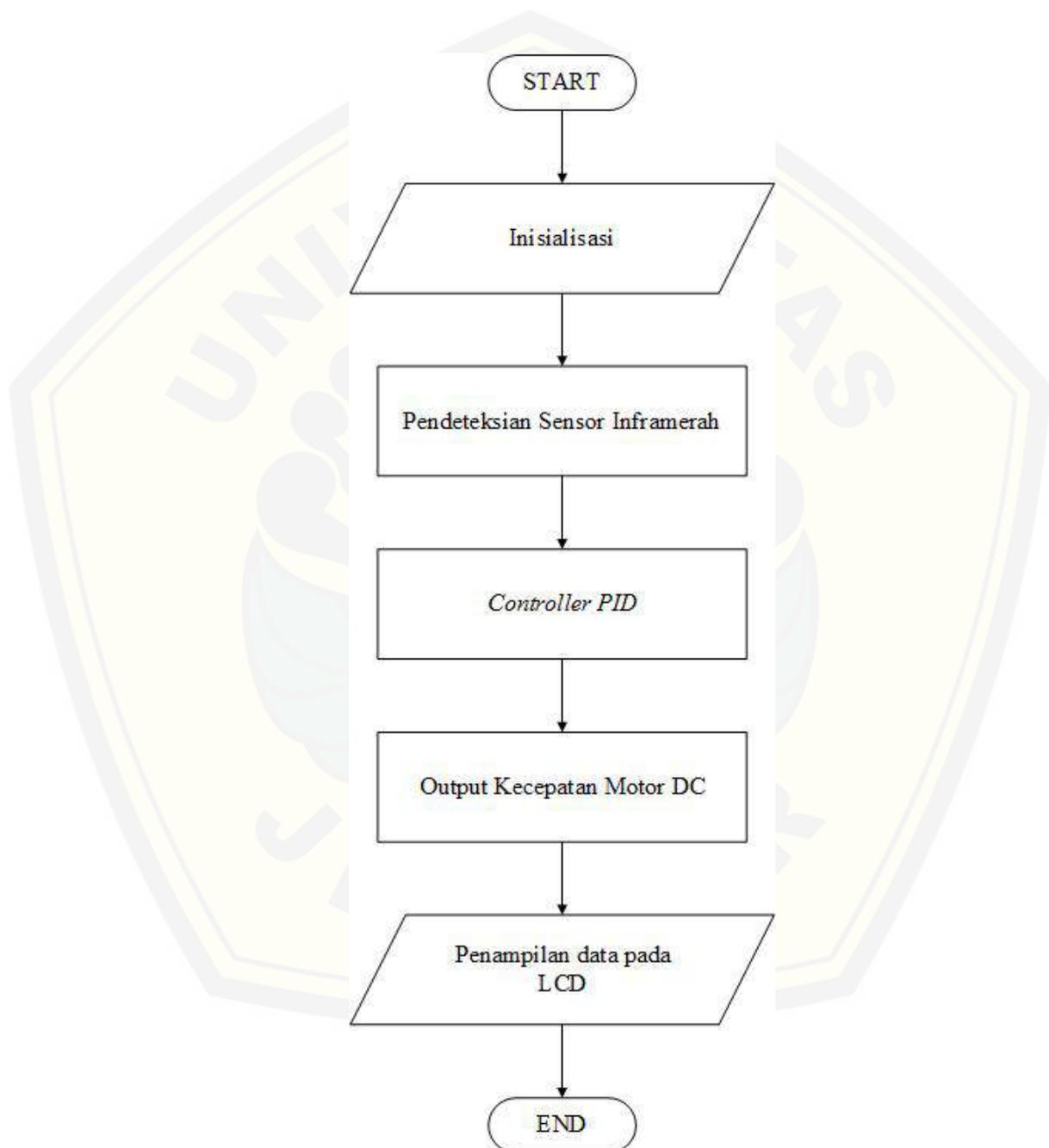
Lcd digunakan untuk menampilkan hasil pembacaan sensor berupa data penghitungan ikan yang berhasil dihitung serta kondisi pwm motor pemotong. *Scematic lcd* diperlihatkan pada gambar 3.16. *Lcd* yang digunakan adalah 16 x 2 character. Komponen yang digunakan dalam rangkaian *lcd* hanya *trimport* 50 k $\Omega$  yang berfungsi untuk mengatur kecerahan dari layar *lcd*. *Trimport* dihubungkan pada V<sub>CC</sub> dan Gnd pada pin Arduino.



Gambar 3.16. *Scematic* Rangkaian Lcd

### 3.7. Perancangan Software

Perancangan software pada prototipe pemotong ikan sarden akan dibagi menjadi dua bagian yaitu penjelasan *flowchart* program dan pemasangan *pin* data yang digunakan pada Arduino. Flowchart program diperlihatkan pada gambar 3.17



Gambar 3.17 *Flowchart* Perancangan Program

Gambar 3.17 prinsip kerjanya, pertama inialisasi pin yang digunakan pada Arduino dan *variable* yang akan digunakan. Kemudian sensor inframerah akan mendeteksi jumlah ikan serta waktu yang dibutuhkan ikan untuk melewati sensor. Nilai hasil pendeteksian sensor inframerah ini yang akan masuk pada *controller* PID guna mendapatkan aksi yang lebih baik. Kemudian data waktu, ikan yang terhitung oleh sensor inframerah serta nilai *PWM* akan ditampilkan pada LCD.

### 3.7.1 Konfigurasi *Pin* yang Digunakan pada Arduino

Pada tabel 3.4 merupakan *pin* yang sudah digunakan pada microcontroller Arduino Uno R3. Tabel dibawah berfungsi untuk mempermudah pembaca dalam memahami pin apa saja yang telah digunakan.

Tabel 3.4. Konfigurasi Pin Arduino yang Digunakan

Device	Pin	Fungsi
Sensor Inframerah	D2	Untuk mengirimkan data output sensor ke Arduino.
	VCC	Sebagai sumber tegangan dan arus pada sensor
	GND	Sebagai <i>ground</i> dari sensor.
Motor Potong 1	PWM. (D10)	Sebagai pengatur nilai tegangan atau pwm yang diberikan dari Arduino ke <i>driver</i> pwm motor.
	GND	Sebagai <i>ground</i> dari <i>driver</i> pwm.
Motor Potong 2	PWM. (D11)	Sebagai pengatur nilai tegangan atau pwm yang diberikan dari Arduino ke <i>driver</i> pwm motor.
	GND	Sebagai <i>ground</i> dari <i>driver</i> pwm.
Motor Koveyor	PWM. (D9)	Sebagai pengatur nilai tegangan atau pwm yang diberikan dari Arduino ke <i>driver</i> pwm motor.
	GND	Sebagai <i>ground</i> dari <i>driver</i> pwm.
<i>Lcd</i>	VCC	Sebagai sumber tegangan dan arus pada <i>lcd</i> .
	GND	Sebagai <i>ground</i> pada <i>lcd</i> .
	D12	Sebagai penghubung dengan pin RS <i>lcd</i> yang berfungsi 0: intruksi input / 1: data input
	D8	Sebagai penghubung dengan pin <i>enable lcd</i> yang berfungsi mengaktifkan sinyal.

	D7	Sebagai penghubung dengan data pin 1 <i>lcd.</i>
	D6	Sebagai penghubung dengan data pin 2 <i>lcd.</i>
	D5	Sebagai penghubung dengan data pin 3 <i>lcd.</i>
	D4	Sebagai penghubung dengan data pin 4 <i>lcd.</i>

### 3.8. Perancangan Sistem *Controller*

#### 3.8.1 Perancangan *Tuning* PID

Konsep tuning PID pada prototipe pemotong ikan sarden sebagai berikut:

1. *Tuning* dapat mengontrol kecepatan maksimum dan minimum yang digunakan untuk pemotongan ikan sarden.
2. Kecepatan pisau dapat dikontrol berdasarkan waktu dan jumlah ikan yang melewati sensor.

Metode *controller* PID yang digunakan adalah *trial and error*. Keunggulan metode ini tidak perlu mengidentifikasi *plant*, tidak perlu membuat model matematis *plant*, tidak perlu menemukan parameter *plant* dengan grafis atau analitis. Metode ini cukup dilakukan dengan cara mencoba – coba memberikan konstanta P, I, dan D pada *controller* hingga diperoleh hasil yang diinginkan.

Langkah – langkah metode *trial and error* sebagai berikut :

1. Pertama tentukan kontrol proporsional terlebih dahulu dalam *software* simulasi dilambangkan dengan  $K_c$ , abaikan konstanta waktu integratif dan konstanta waktu derivatifnya dengan memberikan nilai nol.
2. Tambahkan konstanta proporsional hingga keadaan sistem stabil namun respon sistem masih berosilasi.
3. Untuk meredam osilasi, tambahkan konstanta waktu derivatif, amati keadaan sistem hingga stabil dan lebih responsif.
4. Jika sistem telah stabil, kontrol integratif dapat menjadi opsional, karena penambahan control *integrative* yang kurang tepat dapat

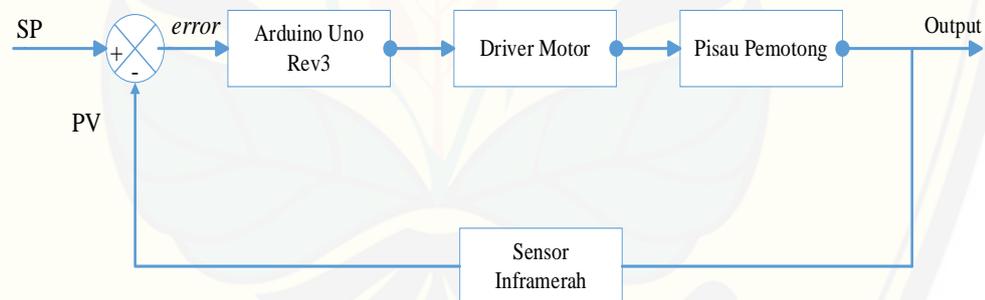
menyebabkan respon transien yang tinggi sehingga dapat menyebabkan ketidak stabilan sistem.

5. Karena nilai  $K_p$  telah diketahui, nilai  $K_i$  dan  $K_d$  didapatkan dengan menggunakan perhitungan sebagai berikut :

$$K_i = \frac{K_p}{T_i} \quad (3.1)$$

$$K_d = K_p \times T_d \quad (3.2)$$

6. Penentuan nilai set point kecepatan atau nilai batas bawah dan batas atas memberikan patokan kecepatan pisau pemotong.
7. Nilai time sampling (waktu cuplik) juga mempengaruhi perhitungan PID, waktu cuplik merupakan lamanya waktu yang digunakan untuk mencuplik nilai dari sensor yang berguna untuk mendapatkan sinyal error.
8. Periksa kembali perfoma sistem hingga mendapatkan hasil yang memuaskan.



Gambar 3.18 Blok sistem dari *controller tuning* PID

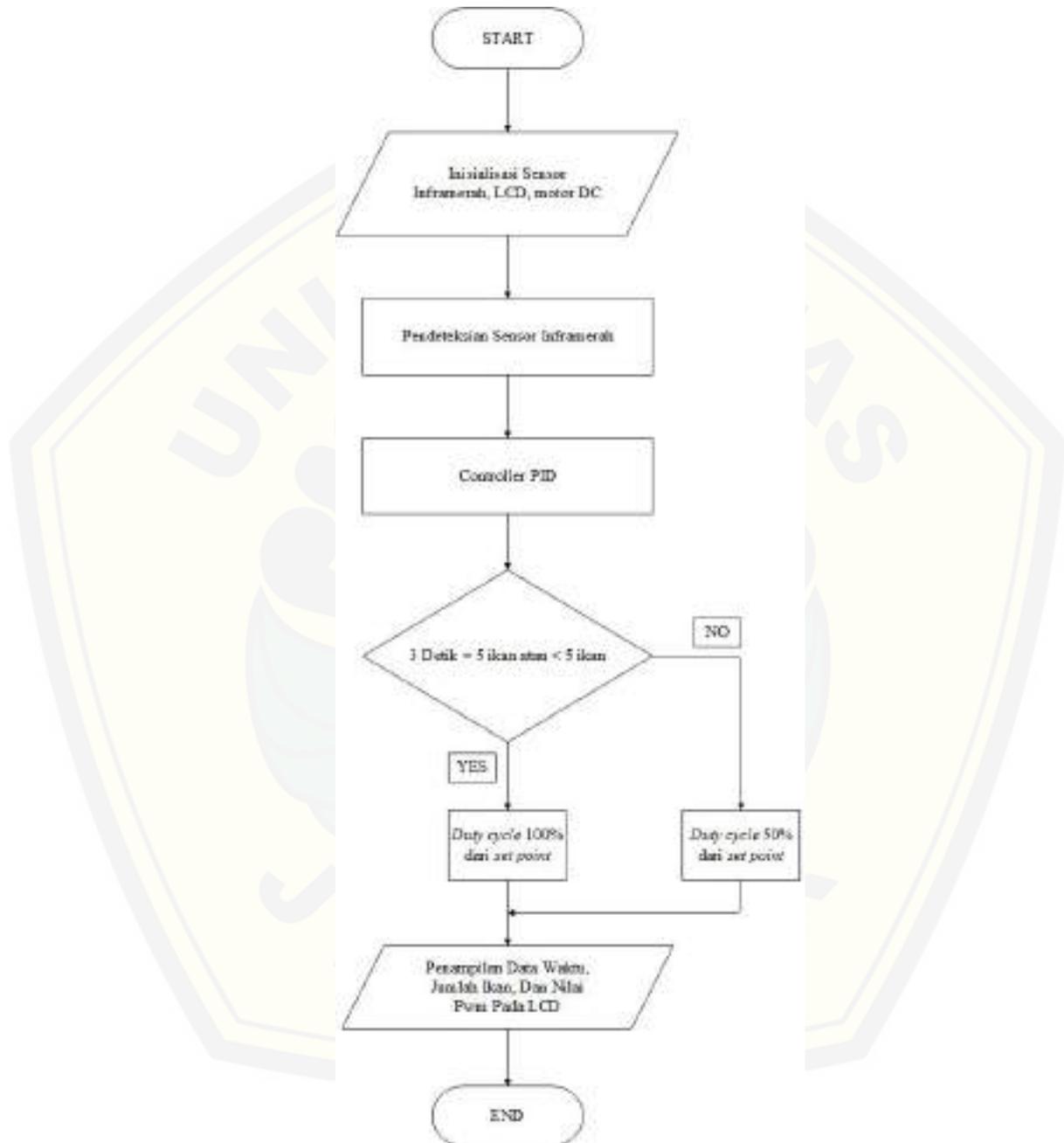
Blok diagram diatas dapat di jelaskan:

1.  $SP = Set\ point$  ialah suatu prameter nilai acuan atau nilai yang kita inginkan.
2.  $PV = Present\ Value$  ialah nilai bobot pembacaan sensor saat itu atau variabel terukur yang di umpan balikan oleh sensor (sinyal *feedback* dari sensor).
3.  $Error =$  nilai kesalahan ialah Deviasi atau simpangan antar variabel terukur atau bobot sensor ( $PV$ ) dengan nilai acuan ( $SP$ )

$$Error = SP - PV \quad (3.3)$$

### 3.9. Flowchart Sistem Kerja Alat Keseluruhan

Flowchart sistem kerja alat secara keseluruhan menjelaskan prinsip kerja dari sistem yang telah dibuat, seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.19.

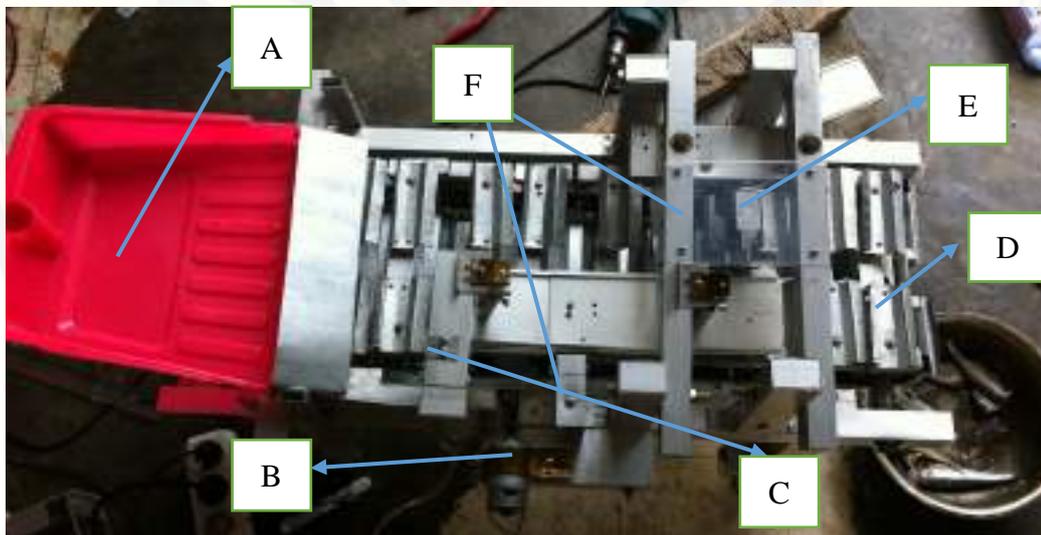


Gambar 3.19 Flowchart sistem kerja alat

Gambar 3.19 prinsip kerjanya, pertama dilakukan inialisasi sensor inframerah, LCD, dan semua variable dan pin yang digunakan. Setelah itu sistim akan berjalan, setiap ikan yang melewati sensor inframerah dilakukan pendeteksian oleh sensor. Kemudian sensor akan mendapatkan data waktu dan jumlah ikan yang melewati sensor. Data inilah yang menjadi parameter *controller* PID, setelah itu akan dilakukan pengaturan kecepatan pisau pemotong melalui *controller*. Jika selama 3 detik ikan = 5 atau  $< 5$ , maka *controller* akan memberikan nilai *duty cycle* pada driver motor sebesar 100% set point yang telah ditentukan. Namun jika ikan yang melewati sensor selama 3 detik  $> 5$  maka *controller* akan memberikan nilai *duty cycle* 75% dari *set point* pisau pemotong. Setelah itu LCD akan menampilkan waktu, jumlah ikan, dan nilai *PWM* hasil pengaturan.

### 3.9.1 Prinsip Kerja Sistem

Bagian ini memberikan penjelasan mengenai prinsip kerja sistem *prototype* pemotong ikan sarden berdasarkan mekanik dan program yang selesai dikerjakan.



Gambar 3.18 *Prototype* Pemotong Ikan Sarden

Keterangan :

A : Meja konveyor

B : Motor DC Pemotong Ekor

C : Sensor inframerah

D: Tempat Ikan Pada *Konveyor*

E : Pisau Pemotong Kepala

F : Penampang Mencegah Cipratan

Prinsip kerja sistem alat pemotong ikan Sarden, pertama operator akan meletakkan ikan pada meja. Selanjutnya pekerja akan melakukan penyortiran ikan dan meletakkan ikan hasil sortir di konveyor secara berjajar. Posisi ikan yang diletakan harus seragam sesuai dengan spesifikasi alat yang dibuat dimana kepala ikan harus ditata pada sisi yang sama begitu juga dengan sisi ekor dari ikan Sarden. Ikan yang telah ditata di konveyor akan melewati sensor inframerah, sensor ini berfungsi untuk mendeteksi jumlah ikan dan waktu yang dibutuhkan ikan untuk melewati sensor.

Penghitungan ini bertujuan untuk menentukan kecepatan putaran motor pisau pemotong. Pisau pemotong pertama berfungsi untuk memotong ekor ikan. Pisau ini dilengkapi dengan penahan yang diletakan di atas konveyor agar ikan yang dipotong tidak bergerak dari posisi penataan. Setelah itu ikan akan berada di posisi motor pemotong ke dua, pisau ke dua digunakan untuk melakukan pemotongan di bagian kepala. Selanjutnya ikan dijatuhkan dalam wadah dan proses pemotongan selesai.

## BAB 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan dari penelitian dengan judul “Perancangan Kecepatan Pisau Potong Ikan Sarden Berbasis PID (*Proportional Integral Derivative Controller*)” maka dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai konstanta *controller* PID yang digunakan dalam pengendalian kecepatan pisau pemotong masing – masing sebesar  $K_p = 4$ ,  $K_i = 0$ , dan  $K_d = 12$ . Rata – rata dengan hasil waktu pemotongan terbaik sebesar 12,09 detik. Pengujian dilakukan pada saat sore hari dan cuaca mendung. [Tabel 4.11]
2. *Prototype* mesin pemotong ikan sarden bekerja pada *range set point PWM* 0 - 125 pada *controller PID*. Dengan parameter dalam waktu 3 detik ikan yang terdeteksi =5 , <5, dan >5.
3. Kecepatan konveyor yang digunakan pada *prototype* pemotong ikan sarden sebesar 451 RPM dengan Nilai *PWM* 55. Nilai tegangan dan arus motor masing – masing sebesar 6,19 *volt* dan 4,97 *ampere*.

### 5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, beberapa saran berikut dapat digunakan untuk pengembangan penelitian berikutnya yaitu sebagai berikut:

1. Sensor yang digunakan sebaiknya diganti dengan sensor yang lebih baik karena sensor inframerah yang digunakan terlalu *sensitive* terhadap kondisi cahaya lingkungan.
2. Mengganti motor penggerak konveyor dengan jenis motor DC lain karena motor DC yang digunakan peneliti adalah motor *starter*. Motor ini cenderung mudah panas dan tidak cocok digunakan dalam jangka waktu lama. Karena jika suhu motor semakin tinggi kecepatan motor akan menurun.

## DAFTAR PUSTAKA

- Astrom, K.J., & H.agglund, *TPID controllers: Theory, design and tuning* (2nd ed). North Carolina, USA: Instrument Society of America., 1995.
- Ariandana Z D, Sunarno E, Safrodin M, “*Rancang Bangun Konveyor untuk Sistem Sortir Berdasarkan Berat Barang (Hardware)*”. Surabaya: Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, 2013
- Arduino Uno Data Sheet. 2013. <http://www.atmel.com/Images/doc8161.pdf>. [Diakses pada 12 Juni 2015]
- Anam, M. C. 2008. *Elektronika Pemula*. Pasuruan. SMP Negeri 1 Pasuruan
- Barr, Michael. *Pulse Width Modulation Embedded Systems Programming*, 2001.
- Dorado, S. B. 2010. Motor Listrik. <https://blog.ugm.ac.id/author/dorado/>. [Diakses pada 11 Juli 2016]
- Djuandi F. 2013. Pengenalan Arduino. [www.tokobuku.com](http://www.tokobuku.com). [Diakses pada 12 Juni 2015]
- Ferdiansyah, F. 2010. Teori Kontrol PID (*Proportional–Integral–Derivative*). [https://www.academia.edu/9928544/Teori\\_Kontrol\\_PID\\_Proportional\\_Integral\\_Derivative](https://www.academia.edu/9928544/Teori_Kontrol_PID_Proportional_Integral_Derivative). [Diakses pada 12 Juni 2015]
- Ginanjari, Mufti, “*Kajian Reproduksi Ikan Lemuru (Sardinella Lemuru Blk.) Berdasarkan Perkembangan Gonad Dan Ukuran Ikan Dalam Penentuan Musim Pemijahan Di Perairan Pantai Timur Pulau Siberut*” Bogor: Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, 2006.
- Hardiyanti N, “*Rancangan Prototype Berbasis Mikrokontroler PIC16F877 untuk Conveyor*”. Depok: Universitas Gunadarma. 2010
- Hudaya, C. 2010. DC Motor. <http://staff.ui.ac.id/user/110/materials>. [Diakses pada 11 Juli 2016]
- Intermetall. 1996. *Transistors. Germany*. Itt Intermetall
- International Rectifire. 2001. *IRFZ44N*. International Rectifire
- Infoservicetv. 2010. Prinsip Kerja Optocoupler. <http://www.infoservicetv.com/prinsip-kerja-optocoupler.html>. [Diakses pada 12 Juni 2016]

- Logmeunud. 2010. Modul Praktikum Logkom. <https://logmeunud.wordpress.com/>. [Diakses pada 12 Juni 2015]
- Ogata, Katsuhiko. 1997. *Teknik Kontrol Automatik Jilid 1*. Jakarta. Penerbit Erlangga.
- Ogata, Katsuhiko. 1997. *Teknik Kontrol Automatik Jilid 2*. Jakarta. Penerbit Erlangga.
- On Semiconductor. 2012. TIP3055(NPN), TIP2955(PNP). On Semiconductor
- On Semiconductor. 2007. BC546B, BC547A, B, C, BC548B, C. On Semiconductor
- Pranata, C. S. & Nurhayati. “Rancang Bangun Alat Pemilah dan Penghitung Barang dengan Menggunakan Laser Berbasis Mikrokontroler”. Surabaya: E-Jurnal UNESA. 2014
- Surjono, Hermawan Dwi. 2007. *Elektronika: Teori dan Penerapan*. Jember. Penerbit Cerdas Ulet Kreatif
- Sharp. 2004. PC817XNNSZ0F Series. Sharp
- Setiawan D. 2014. Arduino Uno. Ilmuti.org. [Diakses pada 12 Juni 2015]
- Sumiati R, “Analisis Pengendalian Motor DC Menggunakan Logika PID dengan Mikrokontroler Atmega 8535”. Padang: Politeknik Negeri Padang,. 2013
- Thayab, Awaludin. 2004. *Konveyor Rantai*. Sumatra Utara. USU Digital Library
- Whitehead PJP. (1985). *FAO Species Catalogue Vol 7. Clupeoid fishes of the world. Part I*. FAO Fisheries Synopsis Rome. 125 (7).

## LAMPIRAN

## A. Listing program pada aplikasi

Listing program pada aplikasi “Perancangan Prototipe Mesin Pemotong Ikan Sarden Untuk Proses Pengalengan Sarden Dengan Pengaturan Kecepatan Motor Dc Pada Pisau Pemotong Berbasis PID (*Proportional Integral Derivative Controller*)” adalah sebagai berikut :

```

#include <LiquidCrystal.h>
#define infrared 2
#define konveyor 9
#define pisaul 10
#define pisau2 11
#define pwmmax 125 //pwm pisau maksimal
#define pwmmmin 0 //pwm pisau minimal

LiquidCrystal lcd(12, 8, 7, 6, 5, 4);

int ss,s=0;
int x,sensor,counter = 0;
int Sp,MAXPWM,MINPWM,error,PV,P,I,D,MV,rate_d,rate_i,last_error,PWM;
    int Kp = 4;
    int Kd = 12;
    int Ki = 0;

void countt(){
    sensor = digitalRead(infrared);
    for(x=0;x<300;x++) while(digitalRead(infrared) !=1){}
    for(x=0;x<300;x++) while(digitalRead(infrared) ==1){}
    counter++;
}

void timerr(){
    ss++;
    if(ss==180){ss=0; s++;}
    if(s==100){s=0;}
}

```

```
void setup(){
  lcd.begin(16,2);
  Serial.begin(9600);
  pinMode(infrared, INPUT);
  pinMode(9, OUTPUT);
  pinMode(10, OUTPUT);
  pinMode(11, OUTPUT);
  lcd.clear();
}

void loop(){

  analogWrite(konveyor, 55); //pwm konveyor

  sensor = digitalRead(infrared);
  for(x=0;x<500;x++) while(digitalRead(infrared) !=1){
    lcd.clear();
    sensor;
    s=0;
    timerr();
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("tmr");
    lcd.setCursor(1,1);
    lcd.print(s);
    //delay(30);
    lcd.setCursor(6,0);
    lcd.print("cntr");
    lcd.setCursor(7,1);
    lcd.print(counter);

    lcd.setCursor(13,0);
    lcd.print("pwm");
    lcd.setCursor(13,1);
    lcd.print(PWM);
  }

  for(x=0;x<500;x++) while(digitalRead(infrared) ==1){
    sensor;
    timerr();
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("tmr");
    lcd.setCursor(1,1);
    lcd.print(s);
```

```
//delay(3);  
lcd.setCursor(6,0);  
lcd.print("cntr");  
lcd.setCursor(7,1);  
lcd.print(counter);  
  
lcd.setCursor(13,0);  
lcd.print("pwm");  
lcd.setCursor(13,1);  
lcd.print(PWM);  
}  
counter++;  
  
if(s==0) {PV=0;} else  
if(s==1) {PV=1;} else  
if(s==2) {PV=2;} else  
if(s==3) {PV=3;} else  
if(s==4) {PV=4;} else  
if(s==5) {PV=5;} else  
if(s==6) {PV=6;} else  
if(s==7) {PV=7;} else  
if(s==8) {PV=8;} else  
if(s==9) {PV=9;} else  
if(s>=10) {PV=10;}  
  
Sp = 0;  
  
MAXPWM = pwmmax;  
MINPWM = pwmmin;  
  
error = Sp - PV;  
P = Kp * error;  
rate_d = error - last_error;  
D = rate_d * Kd;  
rate_i = error + last_error;  
I = rate_i * Ki;  
last_error = error;  
MV = P + I + D;
```

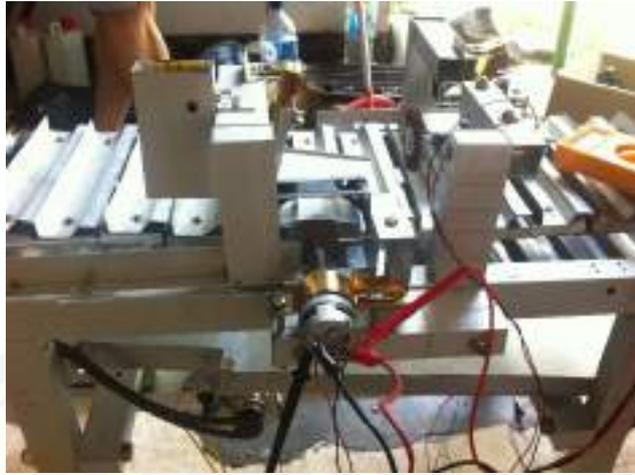
```
if(MV == 0){
    PWM = MAXPWM;
}else
if(MV > 0){
    PWM = MAXPWM - MV;
    if(PWM < MINPWM) PWM = MINPWM;
    if(PWM > MAXPWM) PWM = MAXPWM;
}else
if (MV < 0){
    PWM = MAXPWM + MV;
    if (PWM < MINPWM) PWM = MINPWM;
    if (PWM > MAXPWM) PWM = MAXPWM;
}

analogWrite(pisau1, PWM);
analogWrite(pisau2, PWM);
}
```

## B. Gambar Pengujian Data



Gambar B.1 Pengukuran Arus Motor Pematong



Gambar B.2 Pengukuran Tegangan Motor Pemotong



Gambar B.3 Pemotongan Ekor Ikan



Gambar B.4 Pemotongan Kepala Ikan



Gambar B.5 Pengujian Sistem pertama



Gambar B.6 Pengujian Sistem ke Dua

**C. Gambar Pengujian Data**

a. Perhitungan Tabel 4.12

Waktu = 6 jam atau 21600 detik

Berat Ikan Hasil Produksi = 150 kg

Berat 1 Ekor Ikan = 113,749 gram

$$\text{Banyaknya Ikan yang Terpotong 6 Jam} = \frac{150000}{113,749} = 1318,7 \text{ Ikan}$$

$$\text{Waktu Rata – rata pemotongan Setiap Ikan} = \frac{21600}{1318,7} = 16,379 \text{ detik}$$

b. Perhitungan Tabel 4.13

Waktu = 6 jam atau 21600 detik

Waktu Pemotongan 1 Ikan = 3,3 detik

Berat 1 Ekor Ikan = 113,749 gram

$$\text{Banyaknya Ikan yang Terpotong 6 Jam} = 21600 : 3,3 = 6545,5 \text{ ikan}$$

Berat Ikan Hasil Produksi 6 Jam

$$= 6545,5 \times 113,749 = 744544,08 \text{ gram} = 744,54 \text{ kg}$$

$$\text{Waktu Rata – rata pemotongan Setiap Ikan} = \frac{21600}{6545,5} = 3,299 \text{ detik}$$