



PROTOTIPE PENERUK SAMPAH PADA ALIRAN SUNGAI

Skripsi

**diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar
Sarjana Pendidikan Program Studi Pendidikan Teknik Elektro**

Oleh

Indrawan Dwi Cahya

NIM.5301414074

**PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
2020**

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Nama : Indrawan Dwi Cahya
NIM : 5301414074
Program Studi : S-1 Pendidikan Teknik Elektro
Judul Skripsi : Prototipe Pengeruk Sampah Pada Aliran Sungai

Skripsi ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke panitia sidang ujian skripsi Program Studi Pendidikan Teknik Elektro, S1, Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Semarang, November 2019

Dosen Pembimbing,



Aryo Baskoro Utomo, S.T., M.T.
NIP.198409090121210002

PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini, adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (sarjana, magister, dan/atau doktor), baik di Universitas Negeri Semarang (UNNES) maupun di perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan Pembimbing dan masukan Tim Penguji.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Semarang, November 2019

METERAI
TEMPEL

05040AHF043121135

6000
ENAM RIBURUPIAH



Indrawan Dwi Cahya

Yang membuat pernyataan,

Indrawan Dwi Cahya

NIM. 5301414074

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul Prototipe Pengeruk Sampah Pada Aliran Sungai telah dipertahankan di depan sidang Panitia Ujian Skripsi Fakultas Teknik UNNES pada tanggal 26 bulan Desember tahun 2019.

Oleh

Nama : Indrawan Dwi Cahya
NIM : 5301414074
Program Studi : Pendidikan Teknik Elektro, S1

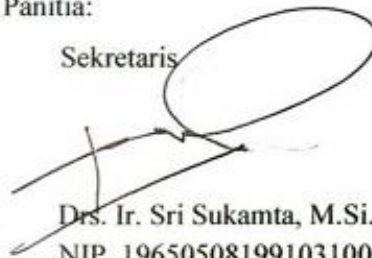
Panitia:

Ketua



Ir. Ulfah Mediaty Arief, M.T., IPM.
NIP. 196605051998022001

Sekretaris



Drs. Ir. Sri Sukamta, M.Si., IPM.
NIP. 196505081991031003

Penguji 1



Drs. Sutarno, M.T.
NIP. 195510051984031001

Penguji 2



Drs. Isdiyarto, M.Pd.
NIP. 195706051986011001

Penguji 3/Pembimbing



Aryo Baskoro Utomo, S.T., M.T.
NIP. 198409090121210002

Mengetahui:



Dekan Fakultas Teknik UNNES

Dr. Nur Qudus, M.T., IPM.
NIP. 196911301994031001

ABSTRAK

Indrawan Dwi Cahya, 2019. **Prototipe Pengeruk Sampah pada Aliran Sungai**. Skripsi, Program Studi S-1 Pendidikan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang. Pembimbing: Aryo Baskoro Utomo, S.T., M.T.

Jumlah sampah bertambah seiring bertambahnya jumlah penduduk. Sampah padat yang masuk di sungai atau drainase menyebabkan pendangkalan dan terhambatnya laju air sehingga dapat memicu terjadinya banjir. Otomatisasi pengerukan sampah dapat menjadi salah satu solusi, dimana prinsip kerjanya mengikuti ketinggian air sungai dan terintegrasi dengan penampungan sampah. Tujuan penelitian ini adalah menghasilkan prototipe berupa pengeruk sampah otomatis yang dapat digunakan pada aliran sungai.

Metode yang digunakan yaitu rekayasa (*engineering*). Penelitian ini menggunakan mikrokontroler arduino uno, sensor HC-SR04 sebagai sensor jarak, dan motor DC *gearbox* sebagai penggerak. Pengujian prototipe diawali dengan pengujian sensor HC-SR04, sistem prototipe keseluruhan, fungsional pengeruk sampah, fungsional penyangga, dan fungsional konveyor.

Berdasarkan hasil pengujian menunjukkan sensor HC-SR04 mampu mengukur tinggi air dan pengeruk secara akurat. Kecepatan pengeruk sampah efektif pada kecepatan 6 sampai 14 rpm. Konveyor mampu mengangkat sampah dengan massa maksimal 1000 gram. Kinerja prototipe menunjukkan pengeruk sampah mampu mengangkat sampah secara keseluruhan dan sampah dapat jatuh tepat pada konveyor. Sampah didistribusikan langsung pada bak sampah. Ketika terjadi perubahan ketinggian air maka penyangga pengeruk sampah akan menyesuaikan ketinggian pengeruk. Saran untuk pengembangan penelitian agar hasil lebih baik antara lain menambahkan sistem deteksi sampah dan mengganti lintasan konveyor dengan bahan karet untuk daya rekat terhadap *pulley* lebih baik.

Kata kunci: *pengeruk sampah, prototipe, aliran sungai*

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul Prototipe Pengeruk Sampah pada Aliran Sungai. Skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan meraih gelar Sarjana Pendidikan pada Program Studi Pendidikan Teknik Elektro S1 Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang. Sholawat serta salam senantiasa disampaikan kepada junjungan Nabi Muhammad SAW, mudah-mudahan kita semua mendapatkan safa'at Nya di yaumul akhir nanti, Amin.

Penyelesaian karya tulis ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih serta penghargaan kepada:

1. Dr. Nur Qudus, M.T., IPM. Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
2. Ir. Ulfah Mediaty Arief, M.T., IPM. Ketua Jurusan Teknik Elektro
3. Aryo Baskoro Utomo, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah berkenan memberikan arahan, bimbingan serta saran yang sangat membantu dalam proses penyusunan skripsi.
4. Drs. Sutarno, M.T. dan Drs. Isdiyarto, M.Pd. selaku penguji yang memberikan masukan berupa kritik, saran, bimbingan dan arahan dalam menyempurnakan skripsi ini.
5. Siti romlah selaku orang tua, yang telah memberikan bimbingan serta semangat dalam pengerjaan skripsi ini.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Semarang, Februari 2020

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
PERNYATAAN KEASLIAN	iii
PENGESAHAN	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah	5
1.3 Pembatasan Masalah	5
1.4 Perumusan Masalah.....	6
1.5 Tujuan Penelitian.....	6
1.6 Manfaat Penelitian.....	6
1.7 Penegasan Istilah	7
BAB KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	
2.1 Kajian Pustaka	8
2.2 Sistem Kontrol.....	10
2.3 Arduino.....	14
2.4 Motor <i>Direct Current</i> (DC)	17
2.5 Sensor Ultrasonik HC-SR04.....	23
2.6 Konveyor	27
2.7 Modul <i>Relay</i>	34
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Metode Penelitian	36
3.2 Identifikasi Kebutuhan	40
3.3 Analisis Kebutuhan	41
3.3 Perancangan Prototipe dan Sistem	43

3.4 <i>Flowchart</i> Cara Kerja Prototipe	54
3.5 Pembuatan Prototipe.....	56
3.6 Teknik Pengumpulan Data	65
3.7 Teknik Analisis Data	68
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil.....	69
4.2 Deskripsi Hasil Penelitian	81
4.3 Pembahasan	84
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan.....	86
5.2 Saran	86
DAFTAR PUSTAKA	88

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem kontrol <i>loop</i> terbuka	11
Gambar 2.2 Fungsi alih sistem kontrol <i>loop</i> tertutup.....	12
Gambar 2.3 Arduino Uno.....	14
Gambar 2.4 Skema motor DC.....	17
Gambar 2.5 Rangkaian motor DC penguat terpisah	19
Gambar 2.6 Rangkaian motor DC seri.....	21
Gambar 2.7 Rangkaian motor DC paralel (<i>shunt</i>)	22
Gambar 2.8 Rangkaian motor DC kompon pendek (a) dan kompon panjang (b).....	23
Gambar 2.9 Prinsip kerja sensor ultrasonik	25
Gambar 2.10 Metode <i>echosounder</i> untuk mengukur level tinggi muka air...	26
Gambar 2.11 Jenis-jenis konveyor	28
Gambar 2.12 Skema konstruksi utama konveyor sabuk	29
Gambar 2.13 <i>Tail pulley</i>	30
Gambar 2.14 <i>Return roll</i>	30
Gambar 2.15 <i>Carrying roll</i>	31
Gambar 2.16 <i>Head pulley</i>	32
Gambar 2.17 Ilustrasi <i>relay</i>	34
Gambar 2.18 Jenis-jenis <i>relay</i> berdasarkan <i>pole</i> dan <i>throw</i>	35
Gambar 3.1 Alur penelitian.....	37

Gambar 3.2 Desain prototipe pengeruk sampah (a) tampak depan, (b) tampak samping kanan, dan (c) tampak samping kiri	44
Gambar 3.3 Pengeruk sampah.....	45
Gambar 3.4 Konveyor.....	45
Gambar 3.5 Tiang penyangga	46
Gambar 3.6 Desain <i>gear</i> penggerak (a) pengeruk, (b) penyangga, (c) konveyor	47
Gambar 3.7 Sungai buatan	49
Gambar 3.8 <i>Box</i> kontrol	49
Gambar 3.9 Bak sampah	50
Gambar 3.10 Koneksi sistem keseluruhan prototipe pengeruk sampah	51
Gambar 3.11 Rangkaian sistem prototipe pengeruk sampah pada aliran sungai	51
Gambar 3.12 Modul <i>switch button</i>	52
Gambar 3.13 Modul <i>relay</i> (a) motor DC 12V (b) pembalik arah motor DC 24V	52
Gambar 3.14 <i>Layout</i> PCB modul <i>relay</i> (a) motor DC 12 V (b) pembalik arah motor DC 24 V	53
Gambar 3.15 Rangkaian <i>power supply</i> (a) 12V dan (b) 24V.....	54
Gambar 3.16 <i>Flowchart</i> kinerja prototipe pengeruk sampah pada aliran sungai.....	56
Gambar 3.17 Bagian-bagian konveyor	58
Gambar 3.18 Pemasangan <i>gear</i> penggerak (a) pengeruk, (b) naik-turun pengeruk dan (c) konveyor	60

Gambar 3.19 Bagian-bagian <i>box</i> kontrol	62
Gambar 4.1 Prototipe secara keseluruhan	70
Gambar 4.2 Pengeruk sampah.....	71
Gambar 4.3 Konveyor	71
Gambar 4.4 Tiang penyangga	72
Gambar 4.5 <i>Box</i> kontrol	72
Gambar 4.6 Sungai buatan	73

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi arduino uno	15
Tabel 2.2 Bagian-bagian arduino uno dan fungsinya.....	15
Tabel 2.3 Pin-pin HC-SR04	26
Tabel 3.1 Bahan penelitian.....	42
Tabel 3.2 Spesifikasi <i>gear</i> penggerak	48
Tabel 3.3 Daftar pemasangan pin sensor HC-SR04 pada arduino.....	64
Tabel 4.1 Perbedaan komponen prototipe awal penelitian dan setelah revisi..	69
Tabel 4.2 Pengujian akurasi sensor ultrasonik HC-SR04	74
Tabel 4.3 Pengujian sistem prototipe	75
Tabel 4.4 Pengujian motor penggerak pada batas ketinggian air minimal sampai maksimal.....	77
Tabel 4.5 Durasi dan stabilitas motor penggerak terhadap perubahan ketinggian air	78
Tabel 4.6 Kinerja pengerukan sampah.....	80
Tabel 4.7 Kinerja konveyor.....	81
Tabel 4.8 Perbedaan penelitian yang telah dilakukan dengan penelitian sebelumnya	85

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Program arduino	90
Lampiran 2 <i>Datasheet</i> sensor HC-SR04	92

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sampah merupakan masalah yang tidak dapat dipisahkan dari kehidupan manusia. Setiap aktifitas manusia selalu menghasilkan sampah. Sering dengan bertambahnya jumlah penduduk, bertambah pula jumlah sampahnya. Jika tidak ada penanganan yang cermat dan serius, sampah dapat mengakibatkan perubahan keseimbangan lingkungan yang merugikan berupa pencemaran air, tanah, dan udara. Salah satu kebiasaan negatif masyarakat adalah membuang sampah di sungai atau saluran drainase. Kebiasaan ini menyebabkan menumpuknya sampah di hulu infrastruktur yang ada. Kondisi ini dapat mengakibatkan terhambatnya laju air sehingga air dapat meluap dan menggenangi sekitarnya.

Contoh masalah yang ditimbulkan oleh sampah dapat dijumpai di sungai-sungai diantaranya sungai Bengawan Solo dan sungai Ciliwung. Sungai Bengawan Solo adalah sungai terpanjang di Jawa, yang melintasi kota Surakarta. Sepanjang Bengawan Solo banyak ditemukan tebing sungai yang dijadikan tempat pembuangan sampah, terutama di dekat pemukiman penduduk. Kondisi sungai Bengawan Solo semakin parah karena tingkat kesadaran masyarakat yang masih rendah, yaitu membuang sampah di anak sungai yang kemudian mencemari Bengawan Solo (KRjogja.com, 16 Maret 2012).

Sungai Ciliwung merupakan salah satu sungai yang melewati Provinsi Jawa Barat dan DKI Jakarta. Sungai Ciliwung dimanfaatkan sebagai sumber air minum,

sumber air baku industri, dan lain-lain. Sungai Ciliwung mempunyai permasalahan jumlah sampah yang sangat besar, sehingga aliran sungai tersendat yang pada akhirnya menimbulkan banjir. Sampah yang menyumbat di sungai Ciliwung pada saat banjir bisa mencapai 5 ton. Apabila sampah tersebut disebar dengan tinggi timbunan sampah sekitar 20 cm maka setiap harinya ada timbunan sampah sebanyak 7 lapangan sepak bola (detik.com, 12 Januari 2012).

Sumber pencemaran sungai bukan hanya disebabkan oleh limbah industri saja tetapi juga berasal dari buangan limbah rumah tangga (permukiman). Bahkan buangan limbah manusia yang berupa sampah, air kotor (tinja), deterjen, dan sisa minyak andilnya lebih besar bila dibandingkan dengan limbah industri. Dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Pusat Penelitian Pengembangan Perkotaan dan Lingkungan (P4L) DKI Jakarta dikemukakan bahwa 80% sumber pencemaran sungai yang mengalir di Jakarta berasal dari limbah rumah tangga dan hanya 20% yang berasal dari buangan limbah industri (detiknews, 2016).

Terjadi peningkatan jumlah sampah yang dihasilkan masyarakat. Data Lingkungan Hidup (DLH) DKI Jakarta menunjukkan bahwa jumlah sampah yang dihasilkan masyarakat ibu kota tahun 2017 mencapai 2.278.715 ton, dengan rata-rata 34.004 kg sampah setiap harinya. Sumber sampah paling banyak dari pemukiman sebesar 60,5 %. Kemudian perkantoran 22,5 %, industri, hotel, toko 3,4 %, sekolah 0,2 %, pasar 2,8 %, dan lainnya seperti jalan, terminal, dan taman 10,6 % (Dinas Lingkungan Hidup, 2017).

Dampak dari membuang sampah di sungai antara lain membuat pemandangan tidak nyaman, menimbulkan bau tidak sedap, mencemarkan kualitas air,

menimbulkan penyakit, dan banjir tingkat rendah hingga tinggi. Sampah yang bersifat padat akan menyebabkan pendangkalan sungai dan menyumbat aliran air. Pendangkalan sungai dapat menyebabkan berkurangnya volume air yang dialirkan, sedangkan penyumbatan aliran air akan menghambat debit air sehingga akan terjadi penambahan ketinggian air pada sungai. Ketinggian air yang terus bertambah akan menyebabkan meluapnya air ke daratan. Untuk menangani sampah yang ada di sungai sudah dilakukan berbagai upaya seperti membuat papan larangan membuang sampah, sanksi sosial, membuat peraturan perundang-undangan, hingga pembersihan berkala.

Pembersihan sampah berkala sudah dilakukan dari manual menggunakan tenaga manusia hingga mendatangkan alat berat untuk mengeruk sampah. Namun semua langkah tersebut kurang efisien dalam menangani permasalahan yang ada, hal ini dikarenakan memakan waktu yang lama dan tidak bisa dilakukan setiap saat. Sedangkan sampah yang ada terus bertambah setiap harinya, oleh karena itu dibutuhkan penanganan secara intensif yang efisien waktu, tenaga, dan biaya. Dalam penanganan suatu permasalahan dengan efektivitas waktu dan tenaga secara maksimal perlu adanya otomatisasi dalam mengatasinya. Selain itu, sistem otomatisasi dalam pengoperasiannya mudah dilakukan.

Berbagai cara pengerukan sampah di aliran sungai sudah dilakukan saat ini adalah memodifikasi bentuk pengeruk hingga otomatisasi. Salah satu contoh modifikasi yang dilakukan adalah penggunaan *deep dig arm* pada kapal *backhoe dredger* yang mana merupakan salah satu jenis kapal yang difungsikan untuk melakukan pengerukan sampah dan sedimen pada perairan laut maupun sungai.

Sampah maupun sedimen akan dikeruk dan dimasukkan pada bak penampung kapal untuk dipindahkan ke tempat penampungan atau dipindahkan ketepian. Namun untuk memaksimalkan dalam melakukan pengerukan sampah maupun lumpur, maka diperlukan penyesuaian panjang lengan dan desain yang sesuai dengan keadaan sungai (Setyawan, dkk, 2014).

Otomatisasi yang sudah digunakan dalam mengeruk sampah di aliran sungai adalah penggunaan *trash skimmer workboat* (TSW). TSW merupakan kapal kerja berlambung *pontoon catamaran* yang dilengkapi *conveyor belt* dan bak penampung yang berfungsi untuk mengumpulkan sampah dari perairan melalui sisi haluannya. Pada sisi haluan yang berfungsi sebagai pintu masuknya sampah terdapat lengan yang bisa ditutup atau dibuka seperti pintu yang digerakkan dengan sistem *pneumatic* hidrolik. *Belt* konveyor yang berada di haluan bisa dinaik-turunkan sesuai kebutuhan. Sampah yang berhasil ditangkap selanjutnya akan dikumpulkan ke dalam bak penampung yang berada di belakang *belt* konveyor untuk selanjutnya diangkut menuju bak atau truk penampung yang terletak di darat untuk proses pengolahan lebih lanjut (Arifin Gustian Pramoko dan Hesty Anita Kurniawati, 2013).

Kelebihan dari otomatisasi pengerukan sampah memungkinkan lebih maksimal dalam mengatasi permasalahan sampah misalnya tinggi pengeruk sampah dapat mengikuti ketinggian air. Ketika air surut ataupun pasang pengerukan sampah akan tepat sasaran sesuai target yang diinginkan. Otomatisasi dengan menggunakan sistem konveyor dapat mendistribusikan hasil pengerukan sampah

ke tempat penampungan sampah secara berkelanjutan sehingga efisiensi waktu akan didapatkan.

Berdasarkan latar belakang maka penulis mengembangkan dan mengimplementasikan salah satu dari aplikasi sistem kontrol sebagai skripsi yang berjudul “Prototipe Pengeruk Sampah pada Aliran Sungai”. Hal ini diharapkan dapat menjadi solusi permasalahan sampah sungai yang ada secara mudah, efektif, tepat sasaran, dan ramah lingkungan.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan, terdapat beberapa permasalahan yang dapat diidentifikasi yaitu:

1. Pengerukan sampah di sungai masih dilakukan secara manual.
2. Perlu adanya solusi pengerukan sampah di sungai yang bekerja secara otomatis dan efisien guna meminimalisir waktu, tenaga, dan biaya dengan hasil yang maksimal.

1.3 Pembatasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Alat yang dibuat berukuran miniatur atau prototipe. Jadi ukuran dan daya penggeraknya tidak berbanding lurus terhadap alat yang sebenarnya (*not to scale*). Penjelasan ukuran pada bab III.
2. Pengerak konveyor, pengeruk, dan penyangga menggunakan motor *Direct Current (DC) gearbox*.
3. Untuk gerak penyangga pengeruk sampah dikontrol menggunakan arduino.

4. Sampel sampah terbuat dari potongan plastik dan kayu maksimal 20x10x10 cm.
5. Keterbatasan pada lengan pengeruk hanya bisa menggaruk sampah pada bagian permukaan sampai tengah saja tidak dapat digunakan sampai pada dasar sungai buatan.

1.4 Perumusan Masalah

Penelitian dalam karya tulis ini memiliki tujuan untuk menjawab perumusan masalah yang dimiliki dalam penelitian yaitu:

1. Bagaimana membuat prototipe pengeruk sampah pada aliran sungai?
2. Bagaimana kinerja dari prototipe pengeruk sampah pada aliran sungai?

1.5 Tujuan Penelitian

Penelitian dalam karya tulis ini memiliki tujuan untuk menjawab perumusan masalah yang dimiliki dalam penelitian yaitu:

1. Membuat prototipe pengeruk sampah pada aliran sungai.
2. Menguji kinerja dari prototipe pengeruk sampah pada aliran sungai.

1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat pembuatan rancang bangun pengerukan sampah sungai secara otomatis adalah sebagai berikut:

1. Memberi sumbangan ide dan gagasan tentang teknologi lingkungan.
2. Memberikan sumbangan teknologi lingkungan tentang pengerukan sampah di sungai secara otomatis.

1.7 Penegasan Istilah

Untuk menghindari penafsiran yang berbeda tentang penelitian ini, diberikan beberapa penjelasan istilah sebagai berikut:

1. Prototipe

Model yang mula-mula (model asli) yang menjadi contoh.

2. Pengeruk

Alat yang digunakan untuk proses, cara, atau perbuatan mengeruk.

3. Sampah

Sampah adalah material sisa dari sumber hasil aktifitas manusia maupun alam yang tidak digunakan, tidak dipakai, tidak disenangi atau dibuang dan tidak terjadi dengan sendirinya.

4. Aliran sungai

Aliran merupakan sesuatu yang mengalir bisa berupa hawa, air, listrik, dan sebagainya. Sungai merupakan aliran air yang besar dan memanjang yang mengalir secara terus-menerus dari sumber menuju muara. Sungai dibagi menjadi 3 bagian yaitu hulu (sumber), tengah, dan hilir (muara). Kecepatan aliran sungai pada hilir lebih lambat dibandingkan bagian hulu dan tengah. Penelitian ini paling tepat digunakan pada sungai bagian hilir atau sungai yang memiliki arus yang lambat.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Kajian Pustaka

Penelitian yang berkaitan dengan prototipe pengeruk sampah pada aliran sungai antara lain yaitu:

1. Penggunaan sensor ultrasonik sebagai pendeteksi ketinggian air sungai pada sistem peringatan dini tanggap darurat bencana banjir (Tata Supriyadi, 2011). Sistem peringatan dini tanggap darurat bencana banjir dibuat dengan menggunakan sensor ultrasonik jenis ping untuk mengukur ketinggian permukaan air, dan modulator *format shift keying* (FSK) berfungsi untuk mengubah data biner hasil pengolahan mikrokontroler menjadi sinyal analog dalam bentuk format FSK. Pada penelitian ini menunjukkan bahwa sensor ultrasonik bagian pengirim mampu mengukur jarak terhadap permukaan air sampai 244 cm dengan ketelitian 1 cm sampai 11 cm.
2. Miniatur konveyor otomatis berbasis mikrokontroler (Hendri, dkk, 2014). Sistem konveyor ini dibuat dengan menggunakan mikrokontroler ATmega8535. Penelitian ini menunjukkan bahwa 2 buah motor DC yang berfungsi untuk menggerakkan/menjalankan konveyor, dan 4 buah *limit switch* yang berfungsi untuk menghidupkan motor DC. Alat ini menggunakan mikrokontroler yang difungsikan sebagai pengendali sistem yaitu mengatur instruksi pada motor DC untuk menjalankan konveyor.

3. Pembuatan *prototype* robot kapal pemungut sampah menggunakan mikrokontroler arduino uno dengan pengendali berbasis arduino (Adlin Fakhrana, 2016). *Prototype* robot pemungut sampah dibuat dengan menggunakan mikrokontroler arduino uno dengan pengendali berbasis android. *Prototype* robot kapal pemungut sampah ini dikendalikan oleh aplikasi pada *smartphone* android yang dihubungkan melalui *bluetooth*, motor *servo* sebagai pemungut sampah dan motor DC *gearbox* sebagai penggerak. Hasil dari penelitian ini menunjukkan penggunaan motor *servo* sebagai penggerak pemungut sampah dan motor DC *gearbox* sebagai penggerak *prototype*.
4. Sistem kendali dan pemantauan ketinggian air pada tangki berbasis sensor ultrasonik (Alawiyah, 2017). Sistem kendali ini dibuat dengan menggunakan mikrokontroler arduino uno. Membahas tentang pengukuran ketinggian air pada tangki dengan menggunakan sensor ultrasonik dan kendali histerisis untuk menghilangkan efek perpindahan cepat pada *relay* ketika terjadi ketidakstabilan sensor saat berada pada titik referensi. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa sensor ultrasonik yang digunakan mampu mengukur ketinggian air dari 5 cm sampai dengan 25 cm dengan rata-rata kesalahan pengukuran sebesar 4,93%. Sistem *monitoring* yang dirancang dengan menggunakan perangkat lunak *processing* dapat menampilkan data ketinggian air (bentuk grafik dan diagram batang), status pompa, dan durasi pengisian/pengosongan.

5. *Ultrasonic water level indicator and controller using AVR microcontroller* (Jeswin, *et all*, 2017). Penelitian ini menggunakan HC-SR04 untuk mengukur level air di dalam tangki dan mikrokontroler AVR untuk mengendalikannya dari *overflow*. Ketika sirkuit aktif maka sensor ultrasonik menghasilkan sinyal suara ke bagian bawah tangki air (*target*) yang levelnya akan diukur. Sinyal akan dipantulkan *target* kemudian diterima oleh penerima sensor ultrasonik. Waktu yang dibutuhkan oleh sinyal untuk mencapai penerima adalah ukuran dari tingkat akurasi pengukuran. *Output* dari sensor diproses oleh mikrokontroler kemudian divisualisasikan ke layar LCD. Jika level air dalam tangki 2 cm maka motor secara otomatis aktif melalui sakelar *relay* 5V. Sedangkan mencapai tingkat maksimum tertentu maka motor akan mati secara otomatis.

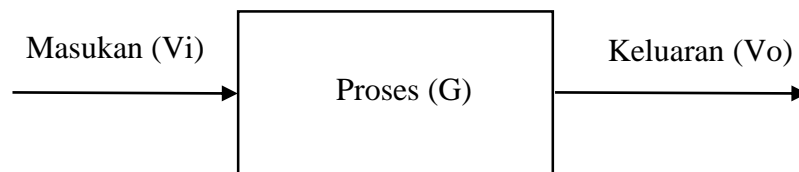
Hasil dari beberapa penelitian tersebut berupa penerapan sensor ultrasonik jenis HC-SR04 sebagai pendeteksi level air, kendali konveyor dengan menggunakan mikrokontroler, motor *servo* sebagai pemungut sampah dan motor DC *gearbox* sebagai penggerak.

2.2 Sistem Kontrol

Sistem kontrol merupakan suatu sistem atau alat yang menggunakan suatu masukan atau beberapa masukan untuk mengendalikan, memerintah, dan mengatur keluaran pada nilai tertentu jika beberapa kondisi tertentu terpenuhi (Bolton, 2004: 86). Sistem kontrol berdasarkan cara kerjanya dapat dibagi menjadi dua bagian yaitu sistem *loop* terbuka dan tertutup.

2.2.1 Sistem kontrol *loop* terbuka

Pada sistem kendali *loop* terbuka, hasil keluaran (*output*) tidak berpengaruh terhadap masukan (*input*), sehingga variabel yang dikontrol tidak dapat dibandingkan dengan nilai yang diinginkan (Ruri Hartika Zain, 2013). Sistem kontrol *loop* terbuka ditunjukkan pada gambar 2.1. Fungsi kontrol *loop* terbuka ditunjukkan pada persamaan 2.1.



Gambar 2.1 Sistem kontrol *loop* terbuka

$$V_o = G.V_i \quad (2.1)$$

Keterangan:

G = fungsi kontrol sistem

V_o = tegangan keluaran (*output*)

V_i = tegangan masukan (*input*)

Bagian dasar yang terdapat pada sistem kontrol *loop* terbuka ada tiga yaitu kontrol, proses, dan koreksi. Kontrol menentukan aksi atau tindakan yang harus diambil sebagai akibat dari diberikannya masukan berupa sinyal dengan nilai yang diinginkan ke dalam sistem. Proses merupakan sistem dimana terdapat variabel yang dikontrol. Bagian koreksi mendapatkan masukan dari pengontrol dan menghasilkan keluaran berupa tindakan untuk mengubah variabel yang dikontrol.

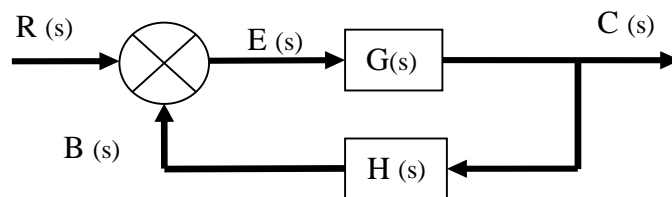
Karakteristik *loop* terbuka yaitu:

1. Tindakan pengendalinya tidak tergantung dari *output* sistem.
2. Tidak memberikan kompensasi koreksi terhadap gangguan.

3. Ketepatan hasil tergantung pada kalibrasi.
4. Sederhana dan murah.

2.2.1 Sistem kontrol *loop* tertutup

Sistem kontrol *loop* tertutup adalah sistem pengontrolan yang nilai keluarannya sebagai acuan dari nilai masukan, sehingga nilai yang dikontrol dapat dibandingkan dengan nilai yang diinginkan. Sederhananya sistem kendali *loop* tertutup menggunakan pengontrolan umpan balik untuk mengurangi kesalahan sistem (Ruri Hartika Zain, 2013). Sistem kontrol *loop* tertutup ditunjukkan pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Fungsi alih sistem kontrol *loop* tertutup

Pada gambar 2.2 ditunjukkan $C(s)$ adalah keluaran (*output*) dan $R(s)$ adalah masukan (*input*), maka didapatkan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 C(s) &= G(s) \cdot E(s) \\
 E(s) &= R(s) - B(s) \\
 &= R(s) - H(s) \cdot C(s)
 \end{aligned}
 \tag{2.2}$$

Keterangan:

- $R(s)$ = *input laplace transform*
- $C(s)$ = *output laplace transform*
- $G(s)$ = *transfer function forward element*
- $H(s)$ = *transfer feedback elemen*

$E(s)$ = *error* sinyal

$G(s)H(s)$ = *transfer function*

Sedangkan penyusun dasar pada sistem kontrol *loop* tertutup adalah sebagai berikut:

1. Pembanding

Membandingkan nilai yang dikehendaki dari variabel yang sedang dikontrol dengan nilai terukur yang diperoleh dan menghasilkan sebuah sinyal *error*.

2. Kontrol

Menentukan tindakan yang akan diambil bila sebuah sinyal *error* diterima.

3. Koreksi

Koreksi merupakan kontrol akhir yang menghasilkan suatu perubahan didalam proses yang bertujuan untuk mengubah kondisi yang dikontrol.

4. Proses

Proses merupakan sistem dimana terdapat variabel yang dikontrol.

5. Pengukuran

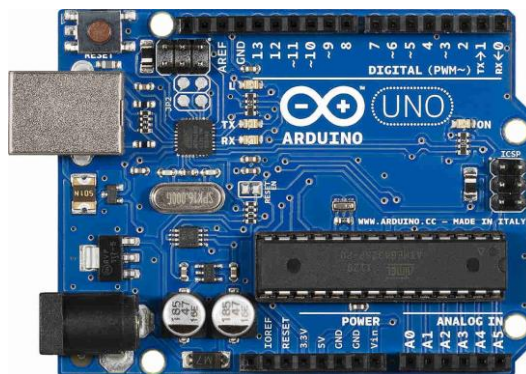
Pengukuran menghasilkan sinyal yang berhubungan dengan kondisi variabel dari proses yang sedang dikontrol.

Karakteristik *loop* tertutup adalah:

1. Tindakan pengendaliannya tergantung dari *output* sistem (*feedback*).
2. Mampu melakukan koreksi terhadap gangguan.
3. Terdapat kemungkinan terjadi *over correction* sehingga sistem menjadi tidak stabil.

2.3 Arduino

Arduino adalah papan rangkaian elektronik *open source* yang di dalamnya terdapat komponen mikrokontroler ATmega328. Arduino memiliki 14 pin *input/output* digital, 6 *input* analog, resonator keramik 16 MHz, koneksi USB, *header* ICSP, dan tombol *reset*. Arduino uno memuat semua yang dibutuhkan untuk menunjang mikrokontroler, sangat mudah menghubungkannya ke sebuah komputer dengan sebuah kabel USB dan mensuplainya dengan sebuah *adaptor* AC ke DC atau menggunakan baterai. Bentuk fisik arduino uno ditunjukkan pada gambar 2.3 dan spesifikasi arduino dijelaskan pada tabel 2.1 (*Arduino-A000066-datasheet*).



Gambar 2.3 Arduino Uno

Tabel 2.1 Spesifikasi arduino uno

Spesifikasi	Keterangan
Mikrokontroler	ATmega328
Tegangan operasi	5V
Tegangan <i>input</i> (disarankan)	7-12V
Tegangan masukan (batas)	6-20V
Digital I/O Pin	14 (dimana 6 menyediakan <i>output</i> PWM)
Pin <i>input</i> analog	6
Arus DC per I / O pin	40 mA
Arus DC untuk 3.3V pin	50 mA
<i>Flash Memory</i>	32 KB (ATmega328) dimana 0,5 KB digunakan oleh <i>bootloader</i>
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
<i>Clock Speed</i>	16 MHz

Arduino yang ada di pasaran saat ini mempunyai bentuk dan ukuran yang bermacam-macam, namun pada dasarnya arduino memiliki bagian yang sama. Bagian-bagian pada arduino uno dapat dijelaskan pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Bagian-bagian arduino uno dan fungsinya

Nama Bagian Arduino	Keterangan
14 pin <i>input/output</i> digital (0-13)	Berfungsi sebagai <i>input</i> atau <i>output</i> , dapat diatur oleh program. Khusus untuk 6 buah pin 3, 5, 6, 9, 10, dan 11, dapat juga berfungsi sebagai pin analog <i>output</i> dimana tegangan <i>output</i> -nya dapat diatur.
USB	Berfungsi memberi daya listrik kepada papan, memuat program dari komputer ke dalam papan, komunikasi serial antara papan, dan komputer.

Nama Bagian Arduino	Keterangan
Sambungan SV1	Sambungan atau <i>jumper</i> untuk memilih sumber daya papan, sumber eksternal atau menggunakan USB.
Q1 – Kristal (<i>quartz crystal oscillator</i>)	Jika mikrokontroler dianggap sebagai sebuah otak, maka kristal adalah jantungnya karena komponen ini menghasilkan detak-detak yang dikirim kepada mikrokontroler agar melakukan sebuah operasi untuk setiap detaknya. Kristal ini dipilih yang berdetak 16 juta kali per detik (16MHz).
Tombol Reset S1	Untuk me- <i>reset</i> papan sehingga program akan mulai lagi dari awal. Tombol <i>reset</i> bukan untuk menghapus program atau mengosongkan mikrokontroler.
<i>In-Circuit Serial Programming (ICSP)</i>	<i>Port ICSP</i> memungkinkan pengguna untuk memprogram mikrokontroler secara langsung tanpa melalui <i>bootloader</i> .
IC 1 – <i>Microcontroller</i> Atmega	Komponen utama dari papan arduino, di dalamnya terdapat CPU, ROM, dan RAM.
X1 – sumber daya eksternal	Sumber daya eksternal papan arduino dapat diberikan tegangan DC antara 9 sampai 12V.
6 pin <i>input</i> analog (0-5)	Berguna untuk membaca tegangan yang dihasilkan oleh sensor analog. Program dapat membaca nilai sebuah pin <i>input</i> antara 0 – 1023, dimana hal itu mewakili nilai tegangan 0 – 5V.

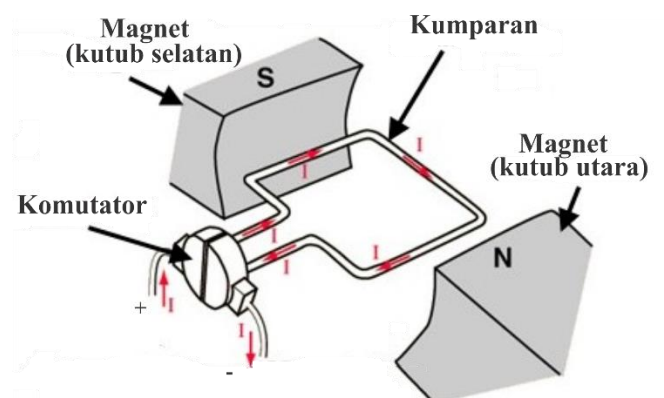
Arduino bersifat *open source* maka untuk memasukkan program diperlukan IDE arduino. IDE arduino adalah *software* yang dapat diprogram menggunakan *operating system* (OS) Java. Arduino memiliki *bootloader* yang digunakan *upload*

kode baru tanpa menggunakan *programmer hardware external*. IDE Arduino terdiri dari 3 bagian yaitu:

1. *Editor program*, adalah jendela yang memungkinkan pengguna untuk menulis dan mengedit program dalam bahasa *processing*.
2. *Compiler*, adalah fitur untuk mengubah kode program (bahasa *processing*) menjadi kode biner.
3. *Uploader*, adalah fitur untuk memuat kode biner dari komputer yang diteruskan ke memori pada papan arduino (Feri Djuandi, 2011: 12).

2.4 Motor Direct Current (DC)

Motor DC merupakan perangkat elektromagnetis yang mengubah energi listrik DC menjadi energi mekanik. Prinsip motor DC adalah nilai arus yang mengalir melalui lilitan yang akan menentukan nilai torsi dan kecepatan putaran motor. Sedangkan polaritas arus yang mengalir melalui kawat lilitan menentukan arah putaran motor (Zulkefli, 2012). Ada 2 bagian utama dari motor DC yaitu stator dan rotor. Stator adalah bagian dari motor yang tidak bergerak sedangkan rotor adalah bagian yang bebas bergerak umumnya terletak bagian dalam motor (Muhammad Afuan Habibi, dkk, 2015: 2). Skema motor DC ditunjukkan pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 Skema motor DC

Konduktor pada motor DC diletakkan pada alur dari rotor untuk membentuk belitan. Belitan yang diberikan tegangan dapat terinduksi disebut belitan jangkar. Belitan yang dialiri arus untuk menghasilkan sumber primer dari medan pada mesin disebut belitan medan. Selama jangkar berputar pada medan magnet yang dihasilkan oleh kutub stator, dihasilkan tegangan terinduksi pada belitan jangkar. Tegangan terinduksi pada lilitan disebabkan perubahan *flux* Φ , hal ini berdasarkan hukum Faraday. Persamaan tegangan terinduksi V_a dapat dilihat pada persamaan 2.3.

$$V_a = K_a \cdot \dot{\Phi} \cdot \omega_m \quad (2.3)$$

Keterangan:

V_a = Tegangan terinduksi

K_a = Konstanta jangkar

ω_m = Kecepatan sudut (rad/s) = $2 \pi n_m$

$\dot{\Phi}$ = Perubahan flux

Secara umum motor DC dibagi menjadi 2 tipe, yaitu motor DC dengan sikat (*brushes*) dan motor DC tanpa sikat (*brushless*) (Saat, 2014: 12).

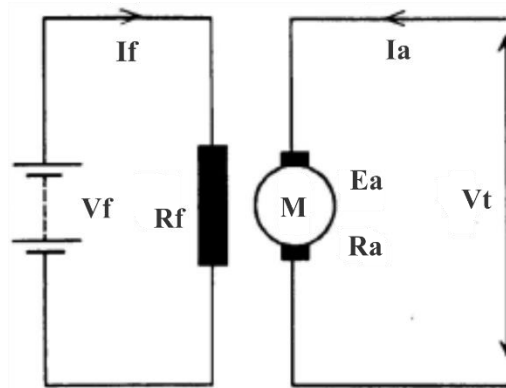
2.4.1 Motor DC dengan sikat (*brushes*)

Motor DC jenis ini dapat menghasilkan torsi langsung dari masukan daya DC ke motor dengan menggunakan pergantian internal, magnet permanen yang stasioner, dan putaran magnet listrik. Keuntungan dari jenis motor DC ini adalah biaya awal yang rendah, kecepatan motor sederhana, dan keandalan yang tinggi. Sedangkan kekurangannya adalah diperlukan perawatan yang teratur dengan mengganti sikat dan pegas yang membawa arus listrik, serta perawatan atau penggantian komutator. Motor DC dengan sikat dibagi menjadi 3 jenis yaitu motor

DC penguat terpisah, motor DC penguat sendiri dan motor DC sinkron (Zulkefli, 2012: 12).

1. Motor DC penguat terpisah

Motor DC jenis ini mempunyai penguat medan magnet yang disuplai terpisah dengan kumparan jangkar. Besarnya torsi dari motor DC dapat diketahui dalam persamaan 2.4. Rangkaian motor DC penguat terpisah ditunjukkan pada gambar 2.5.



Gambar 2.5 Rangkaian motor DC penguat terpisah

$$T = K \cdot \Phi \cdot I_a \quad (2.4)$$

Keterangan:

T = Torsi motor

Φ = *Fluks* magnet

I_a = Arus kumparan jangkar

K = Konstanta

Torsi dapat divariasikan dengan mengatur *fluks* penguat medan magnet (Φ) dan terbebas dari arus kumparan jangkar (I_a). Dengan terpisahnya suplai untuk penguat medan magnet, maka motor jenis ini dapat diatur kecepatan putarnya. Ada 2 bagian yang paling berpengaruh pada untuk motor jenis ini yaitu tegangan dan *fluks* medan magnet, hal ini dapat dibuktikan pada persamaan 2.5.

$$V_t = E_a + I_a \cdot R_a \quad (2.5)$$

Jika $E = c \cdot n \cdot \Phi$

Maka $V_t = c \cdot n \cdot \Phi + I_a \cdot R_a$

$$n = \frac{V_t - I_a \cdot R_a}{c \cdot \Phi} \quad (2.6)$$

Keterangan:

n = kecepatan

c = konstanta

R_a = tahanan jangkar

V_t = tegangan terminal motor

I_a = arus jangkar

ϕ = *fluks* magnet

Fluks medan magnet secara umum digunakan dalam kondisi konstan dan tegangan sumber ditambah linier hingga kecepatan nominal. Untuk menjaga tidak melebihi kecepatan nominal maka tegangan sumber dibiarkan konstan dan *fluks* kumparan diperkecil dengan mengurangi arus medan (I_f) (Zulkefli, 2012: 12).

Keuntungan menggunakan motor DC jenis ini adalah pengaturan motor lebih fleksibel dan bebas karena bisa diatur melalui tegangan jangkar ataupun arus medannya. Sedangkan kerugiannya memerlukan 2 buah sumber DC yang terpisah.

2. Motor DC penguat sendiri

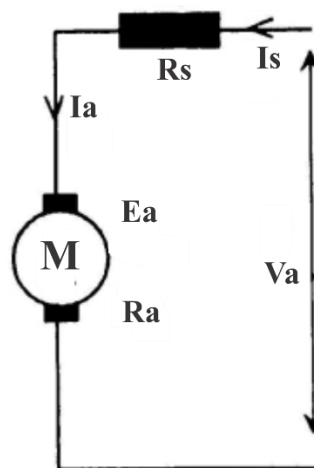
Motor DC jenis ini mempunyai penguat medan magnet yang disuplai dari sumber yang sama dengan kumparan jangkar. Berdasarkan cara menghubungkan kumparan medan dan kumparan jangkar motor DC penguat

terpisah dibagi menjadi 3 tipe yaitu motor DC seri, motor DC paralel (*shunt*), dan motor DC kompon (Irving Gottlieb, 1997).

1) Motor DC seri

Pada motor DC tipe ini belitan medan dihubungkan secara seri dengan belitan jangkarnya. Karakteristik utamanya adalah *fluks* pada medan motor akan sebanding dengan arus yang mengalir pada jangkar motor. Apabila beban dari motor meningkat maka *fluks* di motor juga akan meningkat. Torsi pada motor sebanding dengan *fluks* dan arus jangkar, karena *fluks* motor DC seri sebanding dengan *fluks* dan arus jangkar. Hal ini menyebabkan torsi pada motor DC seri akan sebanding dengan kuadrat arus jangkar, sehingga menjadikan keuntungan utama pada motor DC seri.

Kekurangannya adalah kecepatan motor bervariasi terhadap perubahan beban, kecepatan motor DC berbanding terbalik dengan *fluks*. *Fluks* berubah-ubah mengikuti perubahan torsi beban maka kecepatan juga ikut berubah akibat beban tersebut. Rangkaian motor DC seri ditunjukkan pada gambar 2.6.

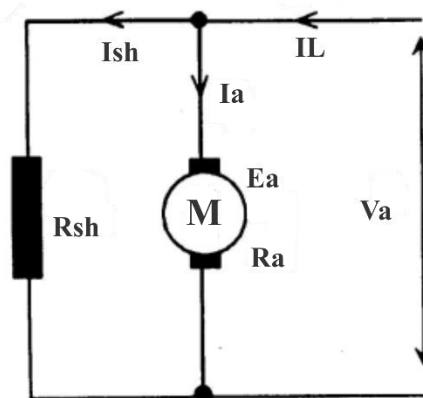


Gambar 2.6 Rangkaian motor DC seri

2) Motor DC paralel (*shunt*)

Pada motor DC tipe ini belitan medan dihubungkan secara paralel dengan belitan jangkarnya. Sehingga besarnya arus medan yang mengalir akan tergantung dengan besarnya tegangan jangkar dan besarnya resistansi belitan medan. Ketika torsi beban bertambah maka kecepatan motor DC akan menurun, akibatnya tegangan dalam motor DC paralel juga akan menurun. Arus jangkar pada motor DC paralel merupakan selisih tegangan antara tegangan dalam dan tegangan terminal dibagi resistansinya.

Akibat tegangan dalam yang turun maka arus jangkar akan naik. Kenaikan arus jangkar akan menaikkan torsi yang diberikan oleh motor DC sehingga kecepatan akan konstan pada titik tersebut, begitu pula sebaliknya jika terjadi pengurangan torsi beban. Rangkaian dari motor DC paralel ditunjukkan pada gambar 2.7.

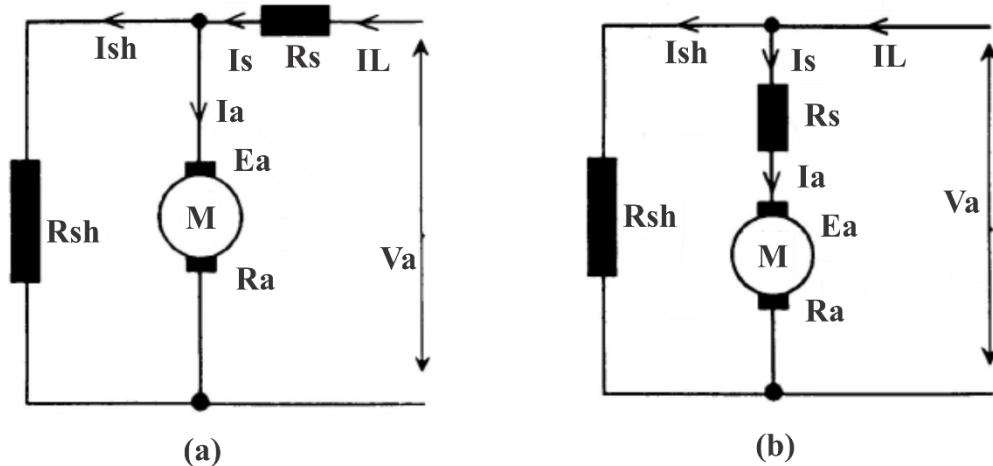


Gambar 2.7 Rangkaian motor DC paralel (*shunt*)

3) Motor DC kompon

Tipe ini merupakan penggabungan dari motor DC seri dan motor DC paralel. Ada 2 buah tipe kompon yaitu kompon panjang dan kompon pendek. Tujuan dari tipe ini adalah mendapatkan keunggulan yang ada dari

masing-masing tipe. Torsi yang besar dari tipe seri dan regulasi tegangan yang baik dari tipe paralel. Rangkaian motor DC kompon pendek dan kompon panjang ditunjukkan pada gambar 2.8.



Gambar 2.8 Rangkaian motor DC kompon pendek (a) dan kompon panjang (b)

2.5 Sensor Ultrasonik HC-SR04

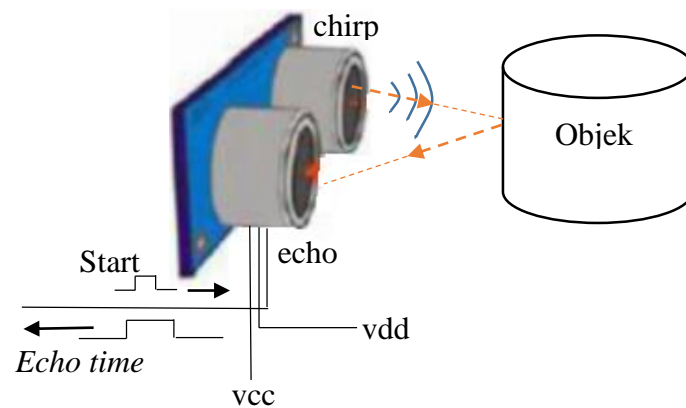
Sensor merupakan komponen elektronika yang digunakan untuk merubah besaran fisis menjadi besaran listrik sehingga dapat dianalisa dengan menggunakan rangkaian listrik. Jenis sensor sendiri bermacam-macam seperti sensor cahaya, sensor suhu, sensor tekanan, sensor *proximity*, dan sensor jarak (Mardoli, 2012: 2). Salah satu contoh dari sensor jarak adalah sensor ultrasonik.

Sensor ultrasonik adalah sensor yang bekerja berdasarkan prinsip kerja pantulan gelombang suara dan digunakan untuk mendeteksi keberadaan suatu objek atau benda tertentu didepan frekuensi kerja pada daerah diatas gelombang suara dari 20 KHz hingga 2 MHz (Arasada, 2017: 2). Perbedaan waktu antara gelombang suara yang dipancarkan dan diterima kembali berbanding lurus dengan jarak atau tinggi objek yang memantulkannya. Sensor ultrasonik biasanya digunakan untuk menentukan jarak dari sebuah objek. Sensor ultrasonik mempunyai kemampuan

mendeteksi objek lebih jauh terutama untuk benda-benda yang keras. Pada benda-benda keras yang mempunyai permukaan yang kasar, gelombang akan dipantulkan lebih kuat dari pada benda yang permukaannya halus atau lunak. Tidak seperti pada sensor lain seperti inframerah, sensor ultrasonik memiliki jangkauan deteksi yang relatif luas.

Sensor ultrasonik terdiri dari dua unit, yaitu unit pemancar dan unit penerima. Sebuah kristal *piezoelectric* dihubungkan dengan mekanik jangkar dan dihubungkan dengan diafragma penggetar. Tegangan bolak-balik yang memiliki frekuensi kerja 20 KHz hingga 2 MHz diberikan pada plat logam. Struktur atom dari kristal *piezoelectric* akan berkontraksi, mengembang, atau menyusut terhadap polaritas tegangan yang diberikan. Peristiwa ini disebut dengan efek *piezoelectric*.

Kontraksi yang terjadi diteruskan ke diafragma penggetar sehingga gelombang ultrasonik dapat dipancarkan ke udara (tempat sekitarnya). Unit penerima akan menangkap gelombang ultrasonik yang dipancarkan apabila ada benda atau objek tertentu yang memantulkan. Selanjutnya unit sensor penerima akan menyebabkan diafragma penggetar akan bergetar dan efek *piezoelectric* menghasilkan sebuah tegangan bolak-balik dengan frekuensi yang sama. Besar amplitudo sinyal elektrik yang dihasilkan unit sensor penerima tergantung dari jauh dekatnya objek yang dideteksi serta kualitas dari sensor pemancar dan sensor penerima. Skema prinsip kerja dari sensor ultrasonik dapat dilihat pada gambar 2.9 (Arasada, 2017: 3).



Gambar 2.9 Prinsip kerja sensor ultrasonik (Oktarima, 2013)

Proses *sensing* yang dilakukan pada sensor menggunakan metode pantulan untuk menghitung jarak antara sensor dengan objek sasaran. Jarak antara sensor tersebut dihitung dengan cara mengalikan setengah waktu yang digunakan oleh sinyal ultrasonik dalam perjalanan dari rangkaian pengirim (Tx) sampai diterima oleh rangkaian penerima (Rx) dengan kecepatan rambat dari sinyal ultrasonik tersebut pada media rambat yang digunakannya, yaitu udara. Waktu dihitung ketika pemancar aktif dan sampai ada *input* dari rangkaian penerima dan bila pada melebihi batas waktu tertentu, penerima tidak ada sinyal *input* maka dianggap tidak ada halangan didepannya. Jarak antara sensor dan objek yang dideteksi dihitung dengan menggunakan persamaan 2.7 (Arasada, 2017: 2).

$$s = \frac{v \times t}{2} \quad (2.7)$$

Keterangan:

s = jarak (meter)

v = kecepatan suara (344 m/detik)

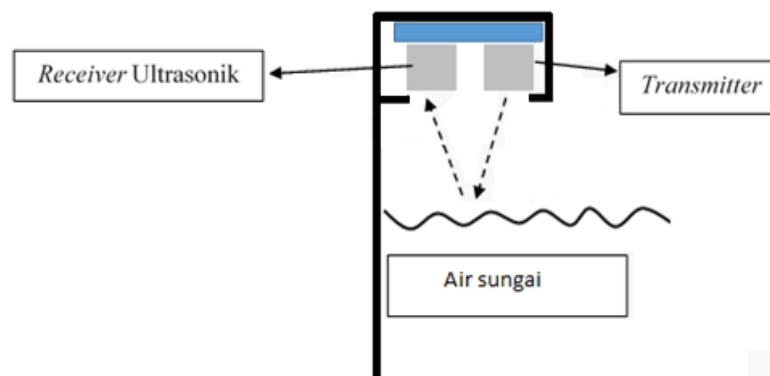
t = waktu tempuh (detik)

Sensor ultrasonik jenis HC-SR04 memiliki kemampuan mendeteksi objek dengan jarak 2 cm hingga 400 cm, dengan tingkat presisi sebesar 0,3 cm. Sudut deteksi sensor tidak lebih dari 15° dengan tegangan *input* sebesar 5V. Jumlah pin pada sensor ultrasonik tipe HC-SR04 adalah 4 pin, untuk lebih jelasnya dapat diperhatikan pada tabel 2.3.

Tabel 2.3 Pin-pin HC-SR04

No	Nama pin	Keterangan
Pin 1	Vcc	Dihubungkan ke tegangan 5 VDC
Pin 2	Trig	Untuk mengirimkan gelombang suara
Pin 3	Echo	Untuk menerima pantulan gelombang suara
Pin 4	Gnd	Dihubungkan ke <i>ground</i>

Metode yang digunakan untuk mengukur tinggi muka air dengan ultrasonik menggunakan prinsip *echosounder*. Berdasarkan namanya dalam bahasa Inggris, *echo* berarti gema dan *sounder* berarti pemancar bunyi, metode ini memanfaatkan pemancaran pulsa ultrasonik HC-SR04 dari *transmitter* dengan frekuensi sebesar 40 kHz kemudian pemantulannya yang timbul akibat mengenai suatu benda (permukaan air) diterima kembali oleh *receiver* seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.10.

Gambar 2.10 Metode *echosounder* untuk mengukur level tinggi muka air

Gelombang ultrasonic HC-SR04 merambat melalui media udara dengan kecepatan 344 m/s. Jarak minimal antara *transmitter-receiver* dengan permukaan air adalah 2 cm dengan jarak maksimal 400 cm. Setelah gelombang pantulan terdeteksi akan dibuat *output* tertentu sebagai tanda bahwa gelombang sudah diterima untuk mematikan *timer* pengukur waktu pulsa dari *transmitter* sampai *receiver*. Dengan mengukur selang waktu antara saat pulsa dikirim dan pulsa diterima, maka jarak antara muka air dengan ultrasonik dapat dihitung dengan persamaan 2.7.

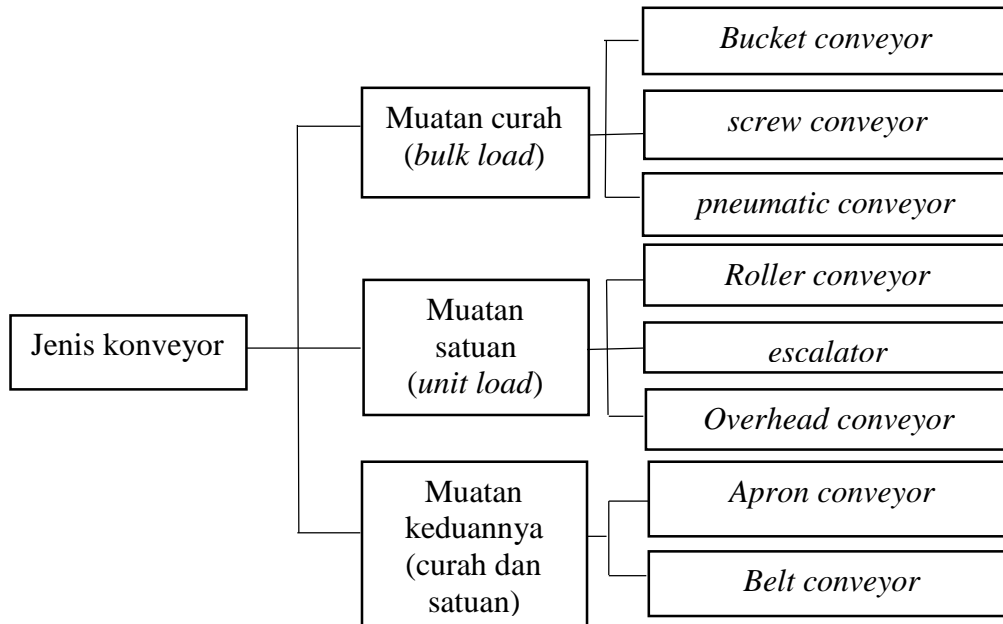
2.6 Konveyor

Konveyor adalah alat yang berfungsi untuk memindahkan barang baik berupa barang satuan (*unit load*) atau barang curah (*bulk material*) dari satu tempat ke tempat yang lain baik secara mendatar ataupun miring. Barang satuan (*unit load*) adalah benda yang biasanya dapat dihitung jumlahnya satu per satu, misalnya kotak, kantong, balok dan sebagainya. Barang curah (*bulk load*) adalah material yang berupa butir-butir, bubuk atau serbuk, misalnya pasir, semen dan sebagainya. Umumnya konveyor digunakan dalam industri perakitan maupun industri proses untuk mengangkut bahan produksi setengah jadi maupun hasil produksi dari satu bagian ke bagian yang lain (Rudianto Raharjo, 2012: 2).

Keuntungan dari penggunaan konveyor adalah saat memindahkan barang dalam jumlah yang banyak dapat dilakukan secara kontinyu dari satu tempat ke tempat yang lain. Keuntungan ini bisa didapatkan dengan syarat lokasi sistem konveyor dan barang berada di posisi yang tetap. Kelemahan dari penggunaan

konveyor adalah tidak mempunyai fleksibilitas saat lokasi barang yang dipindahkan tidak tetap dan jumlah barang yang masuk tidak kontinyu.

Berdasarkan transmisi daya, mesin pemindah bahan dapat dibedakan menjadi beberapa jenis yaitu konveyor mekanis, konveyor *pneumatic*, konveyor hidrolik, dan konveyor gravitasi. Untuk lebih jelasnya dapat ditunjukkan pada gambar 2.11.



Gambar 2.11 Jenis-jenis konveyor

2.6.1 Konveyor Sabuk (*Belt Conveyor*)

Konveyor sabuk merupakan salah satu jenis konveyor yang dalam proses kerjanya menggunakan *belt* yang biasa terbuat dari tekstil atau *strip steel*. *Belt* ini berputar pada *drum* atau *pulley* (Heri Susanto, 2016). Konveyor sabuk dapat digunakan untuk memindahkan muatan satuan (*unit load*) maupun muatan curah (*bulk load*) sepanjang garis lurus atau sudut inklinasi terbatas. Sedangkan untuk penghittung daya yang dibutuhkan untuk memutar konveyor sabuk dapat menggunakan persamaan 2.8 (Aminy, 2012:2).

$$N = \frac{F_c (L + t_f)(Q + 3,6 \times q_{belt} \times v_b)}{367} \quad (2.8)$$

Keterangan:

N = Daya putar

F_c = Faktor gesekan

L = Jarak lintasan (m)

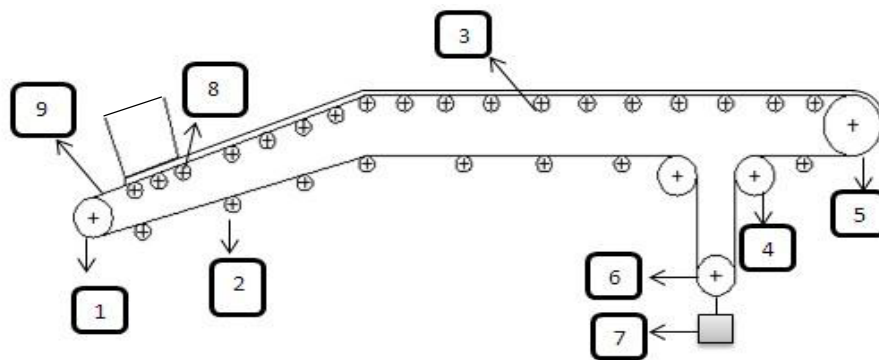
t_f = Konstanta gesekan per meter

Q = Kapasitas (ton/jam)

q_{belt} = Massa persatuan panjang akibat *belt* konveyor (kg/m)

v_b = Kecepatan *belt* (m/s)

Keuntungan penggunaan konveyor sabuk adalah menurunkan biaya produksi, memberikan pemindahan yang terus menerus dalam jumlah yang tetap, membutuhkan sedikit ruang, menurunkan tingkat kecelakaan saat pekerja memindahkan muatan, dan menurunkan polusi udara. Skema konstruksi utama dari konveyor sabuk ditunjukkan pada gambar 2.12.



Gambar 2.12 Skema konstruksi utama konveyor sabuk

Keterangan:

1. *Tail pulley*

4. *Bend Pulley*

7. *Take up unit*

2. *Return roll*

5. *Head Pulley*

8. *Impact roll*

3. *Carrying Roll*

6. *Take up pulley*

9. *Idler*

1. *Tail Pulley*

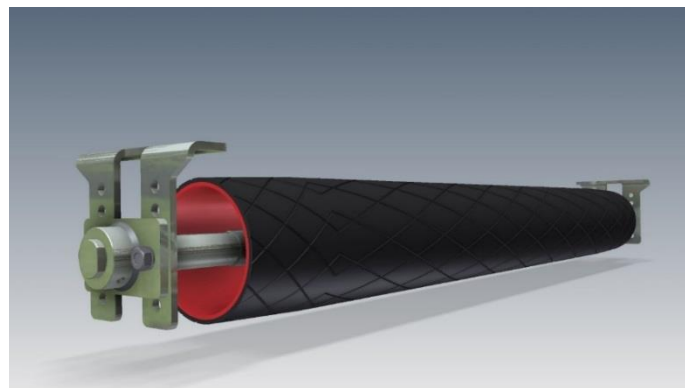
Tail pulley merupakan *pulley* yang berada di paling ujung terakhir pada sistem konveyor sabuk dan bergerak mengikuti *head pulley*. *Tail pulley* berfungsi sebagai poros berputarnya konveyor sabuk menuju *return roll* (Erinofiardi, 2012: 2). Bentuk fisik dari *tail pulley* ditunjukkan pada gambar 2.13.



Gambar 2.13 *Tail pulley*

2. *Return roll*

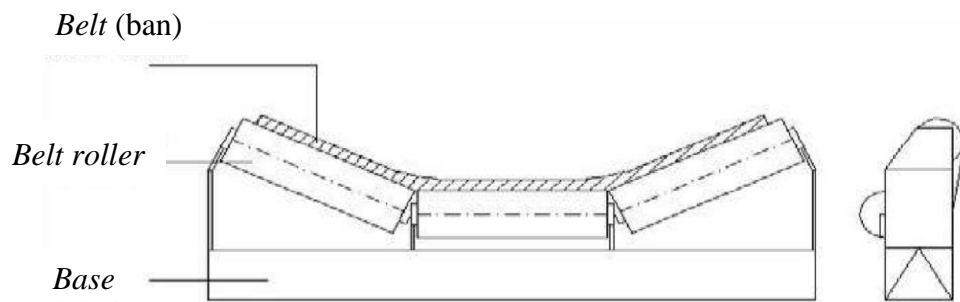
Return roll digunakan sebagai *roll* penumpu *belt* agar tidak melendut saat berputar kembali tanpa muatan menuju ke *head pulley*. Pada penggunaannya *Return roll* selalu digunakan satu buah pada satu titik tumpuan dengan panjang yang hampir sama dengan lebar *belt* (Erinofiardi, 2012: 2). Bentuk fisik *return roll* ditunjukkan pada gambar 2.14.



Gambar 2.14 *Return roll*

3. *Carrying Roll*

Carrying roll merupakan *roll* yang menumpu konveyor *belt* yang berisi material angkut di atasnya. *Carrying roll* terdiri dari tiga buah *roll* pada satu titik tumpuan dengan *roll* tengah diposisikan datar dan *roll* luar diposisikan miring untuk menjaga agar material yang dibawa tidak tumpah. Jarak antara titik tumpu *carrying roll* lebih pendek dari pada *return roll* agar tidak terjadi lendutan *belt* akibat pengaruh berat material yang diangkut. Skema *carrying roll* ditunjukkan pada gambar 2.15.



Gambar 2.15 *Carrying roll*

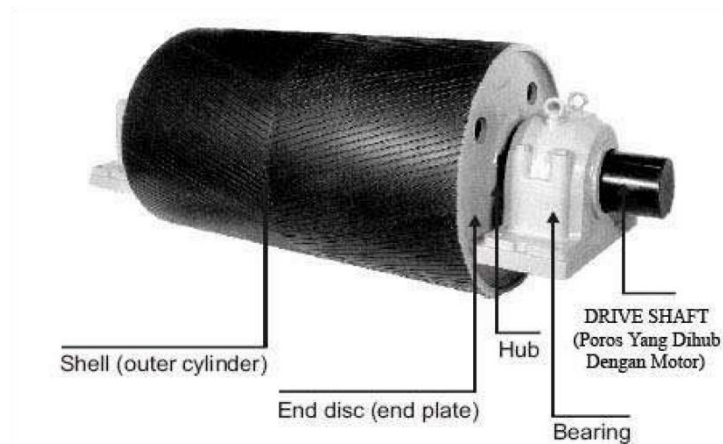
4. *Bend Pulley*

Bend Pulley merupakan *pulley* penghubung atau pembelok *belt* menuju *take up pulley* atau *pulley* pemberat. Dimana *bend pulley* bekerja mengatur keseimbangan *belt* pada pemberat.

5. *Head Pulley*

Head pulley merupakan *pulley* yang berhubungan langsung dengan *gearbox* sehingga langsung terhubung dengan penggerak. *Head pulley* berfungsi sebagai penggerak awal dari suatu sistem konveyor *belt*. Bentuk fisik *head pulley* juga dapat dikatakan sebagai titik dimana material akan

dicurahkan untuk dikirim ke konveyor sabuk selanjutnya. Bentuk fisik *head pulley* ditunjukkan pada gambar 2.16.



Gambar 2.16 *Head pulley*

6. *Take up pulley*

Take up pulley berfungsi sebagai pengencang *belt*, menjaga agar kekencangan *belt* sama antara sisi yang bermuatan dan sisi yang tidak bermuatan, yang seolah-olah menambah jarak antara *head pulley* dan *tail pulley*.

7. *Take up unit*

Take up unit merupakan pemberat yang berfungsi sebagai penyeimbang pada kelonggaran *belt* saat beroperasi pada muatan dan tanpa muatan sehingga *belt* pada sistem konveyor tetap kencang. *Take up unit* akan turun jika tidak ada material yang dibawa dan naik jika ada material yang diangkut.

8. *Impact roll*

Impact roll merupakan *roll* dengan karet di bagian luar yang biasanya di pasang di bagian jatuhnya material sehingga ada gaya dorong kembali.

9. *Idler*

Idler merupakan penyangga dari *belt*. Jenis *idler* yang digunakan kebanyakan adalah *roller idler*. Berdasarkan lokasi *idler* di konveyor, dapat dibedakan menjadi *idler* atas dan *idler* bawah. Pemasangan antara *idler* bawah dan *idler* atas sudutnya dapat divariasikan sesuai keperluan. *Idler* atas menyangga *belt* yang membawa beban dan biasanya *idler* merupakan *idler* tunggal atau tiga *idler*. *Idler* dibuat sedemikian rupa sehingga mudah untuk dibongkar pasang. Hal ini dimaksudkan untuk memudahkan perawatan jika salah satu komponen *idler* rusak, dapat dilakukan penggantian secara cepat.

10. *Belt*

Belt adalah salah satu elemen utama dari konveyor sabuk. *Belt* terbuat dari bermacam-macam bahan seperti *steel*, *nylon*, katun, karet dan lain-lain. *Belt* harus memenuhi persyaratan dengan kemampuan menyerap air rendah, kekuatan tinggi, ringan, lentur, regangan kecil, ketahanan pemisahan lapisan yang tinggi dan umur pakai panjang. Untuk persyaratan tersebut *belt* berlapis karet adalah yang terbaik.

11. Unit penggerak

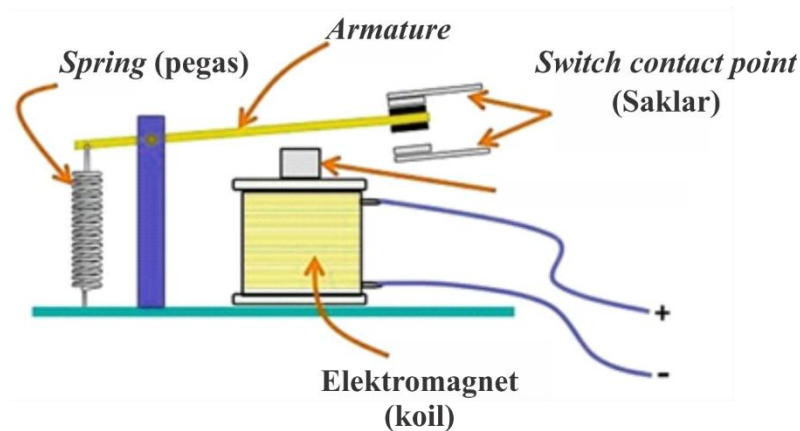
Unit penggerak berfungsi untuk menggerakkan *pulley* pada konveyor sabuk. Sistem penggerak ini biasanya terdiri dari motor listrik, *pulley*, roda gigi transmisi dan rem. Daya penggerak pada konveyor sabuk ditransmisikan kepada *belt* melalui gesekan yang terjadi antara *belt pulley* penggerak yang digerakkan dengan motor listrik.

12. Kerangka (*frame*)

Kerangka adalah konstruksi yang menyangga seluruh susunan konveyor sabuk dan harus ditempatkan sedemikian rupa sehingga jalannya *belt* yang berada di atasnya tidak terganggu.

2.7 Modul *Relay*

Modul merupakan komponen dari suatu sistem yang berdiri sendiri, tetapi menunjang program dari sistem itu. *Relay* adalah komponen elektronika yang bekerja berdasarkan elektromagnetik untuk menggerakkan kontak saklar (*switch*). *Relay* terdiri dari 4 komponen dasar yaitu elektromagnet (koil), *armature*, *switch contact point* (saklar), dan *spring* (pegas) (Muhamad Saleh dan Munnik Haryanti, 2017: 1-3). Ilustrasi *relay* tunjukkan pada gambar 2.17.



Gambar 2.17 Ilustrasi *relay*

Berdasarkan jumlah *pole* (kontak) dan *throw* (kondisi kontak) sebuah *relay* digolongkan menjadi 4 jenis yaitu:

1. *Single Pole Single Throw* (SPST)

SPST memiliki 4 terminal, 2 terminal untuk saklar dan 2 terminal untuk koil.

2. *Single Pole Double Throw* (SPDT)

SPDT memiliki 5 terminal, 3 terminal untuk saklar dan 2 terminal untuk koil.

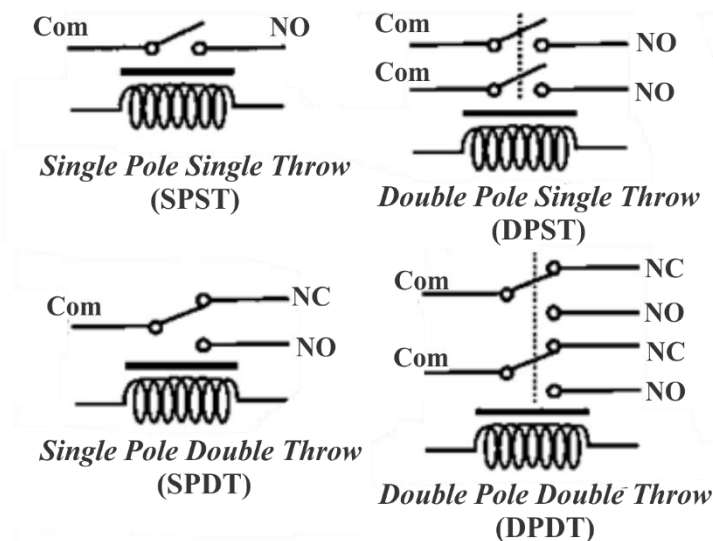
3. *Double Pole Single Throw* (DPST)

DPST memiliki 6 terminal, 4 terminal yang terdiri dari 2 pasang terminal saklar sedangkan 2 terminal lainnya untuk koil.

4. *Double Pole Double Throw* (DPDT)

DPDT memiliki 8 terminal, 6 terminal merupakan 2 pasang *relay* SPDT yang dikendalikan oleh 1 koil, sedangkan 2 terminal lainnya untuk koil.

Untuk lebih jelasnya jenis *relay* berdasarkan jumlah *pole* dan *throw* ditunjukkan pada gambar 2.18.



Gambar 2.18 Jenis-jenis *relay* berdasarkan *pole* dan *throw*

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Pembuatan prototipe pengeruk sampah dibagi menjadi 2 yaitu pembuatan kerangka dan sistem kelistrikan. Pembuatan kerangka prototipe berupa pengeruk sampah, konveyor, tiang penyangga, *gear* penggerak, bak penampung sampah, *box* kontrol, dan sungai buatan. Sedangkan pembuatan sistem kelistrikan prototipe berupa *power supply*, modul *relay*, modul HC-SR04, dan program mikrokontroler arduino. Penggerak pada prototipe menggunakan 4 buah motor DC *gearbox* dengan masing-masing motor digunakan pada pengeruk, konveyor, dan penyangga.

Kinerja prototipe menunjukkan seluruh komponen berfungsi secara optimal. Pengeruk sampah mampu mengangkat sampah secara keseluruhan dan sampah dapat jatuh tepat pada konveyor mulai dari 6 sampai 14 rpm. Sampah yang diangkut konveyor didistribusikan langsung pada bak penampung sampah dengan daya angkut sampah maksimal 1000 gram. Ketika terjadi perubahan ketinggian air maka penyangga pengeruk sampah akan menyesuaikan ketinggian pengeruk. Motor penggerak pada penyangga pengeruk sampah bekerja ketika selisih tinggi pengeruk dan perubahan tinggi air lebih dari 1 cm atau kurang dari (-1) cm.

5.2 Saran

Penelitian tentang prototipe pengeruk sampah pada aliran sungai masih perlu dikembangkan lagi untuk mendapatkan hasil yang lebih efektif dan lebih baik. Berikut saran dari peneliti untuk penelitian selanjutnya:

1. Menambahkan sistem deteksi sampah.
2. Memerlukan modifikasi tempat sensor ketinggian air agar menghasilkan permukaan air yang stabil.
3. Mengganti lintasan konveyor dengan bahan karet untuk mendapatkan daya rekat terhadap *pulley* lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Alawiah, A., & Al Tahtawi, A. R. 2017. Sistem Kendali dan Pemantauan Ketinggian Air pada Tangki Berbasis Sensor Ultrasonik. KOPERTIP: Jurnal Ilmiah Manajemen Informatika dan Komputer, 1(1), 25-30.
- Aminy, A. Y. 2012. Disain Mesin Pengangkut Sampah Pada Sungai, 6, 978–979.
- Arduino. 2019. *Overview of Arduino Uno*. Diakses pada 21 Oktober 2019. <http://www.arduino.cc/en/Main/arduinoBoardUno>.
- Arsada, B., & Suprianto, B. 2017. Aplikasi Sensor Ultrasonik Untuk Deteksi Posisi Jarak Pada Ruang Menggunakan Arduino Uno. Jurnal Teknik Elektro, 6(2).
- Bolton, W. 2004. *Programmable Logic Control (PLC) 3rd edition*. Jakarta : Penerbit Erlangga.
- Cytron Technologies. 2013. *Product User's Manual HC-SR04 Ultrasonic Sensor*. Diunduh pada tanggal 21 Oktober 2019. https://docs.google.com/document/d/1YyZnNhMYy7rwhAgyL_pfa39RsB-x2qR4vP8saG73rE/edit.
- Detik.com. 12 Januari 2012. Buset! Tiap Hari Sampah Seluas 7 Lapangan Bola Masuk ke Sungai Ciliwung. Diakses pada 5 April 2018. <https://news.detik.com/berita/d-1814161/buset-tiap-hari-sampah-seluas-7lapangan-bola-masuk-ke-sungai-ciliwung->.
- Djuandi, F. 2011. Pengenalan Arduino. Penerbit www.tokobuku.com. Jakarta.
- Erinofiardi, E. 2012. Analisa Kerja *Belt Conveyor 5857-V* Kapasitas 600 Ton/Jam. Rekayasa Mesin, 3(3), 450-458.
- Fakhrana, A. 2017. Pembuatan *prototype* robot kapal pemungut sampah menggunakan mikrokontroler arduino uno dengan aplikasi pengendali berbasis android. Jurnal Ilmiah Teknologi dan Rekayasa, 21(3).
- Gottlieb, I. 1997. *Practical electric motor handbook*. Elsevier.
- Hendri, H., Jasmir, J., & Siswanto, A. 2017. Miniatur *Conveyor* Otomatis Berbasis Mikrokontroler. Jurnal MEDIA PROCESSOR, 9(1), 34-43.
- Jaedun, A. 2011. Metode Penelitian Eksperimen. Puslit Dikdsasmen, Lemlit UNY.

- Jeswin, C., Marimuthu, B., & Chithra, K. 2017. *Ultrasonic water level indicator and controller using AVR microcontroller*. In *Information Communication and Embedded Systems (ICICES), 2017 International Conference on* (pp. 1-6). IEEE.
- Maturidi, A. D. 2014. *Metode penelitian teknik informatika*. Deepublish.
- Muhajir, N. 1996. *Metode penelitian kualitatif*. Yogyakarta: Rake Sarasin.
- Pramoko, A. G., & Kurniawati, H. A. 2013. Studi Perancangan *Trash-Skimmer Boat* di Perairan Teluk Jakarta. *Jurnal Teknik ITS*, 2(1), G11-G16.
- Purnomo, I. H., & Soemarwanto, I. 2015. Kajian Penggunaan Motor Listrik DC Sebagai Penggerak *Speedboat*. *Jurnal Mahasiswa TEUB*, 2(7).
- Raharjo, R. 2012. Rancang bangun *Belt Conveyor Trainner* sebagai alat bantu pembelajaran. *Jurnal Teknik Mesin (JTM)*, 1(2), 15-26.
- Saleh, M., & Haryanti, M. 2017. Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah Menggunakan *Relay*. *Jurnal Teknologi Elektro*, 8(2).
- Setyawan, E., Musriyadi, T. B., Arief, S., & Teknik, M. (2014). Perencanaan Disain *Deep Dig Arm* pada Kapal *Water Witch* Untuk Pengerukan Sampah di Kali Mas Surabaya, 3(1), 110–114.
- Sugiyono. 2010. *Metode Penelitian Pendidikan (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D)*. Cetakan ke-10. Bandung: Alfabeta, cv.
- Supriyadi, T. 2011. Penggunaan Sensor Ultrasonik Sebagai Pendeteksi Ketinggian Air Sungai Pada Sistem Peringatan Dini Tanggap Darurat Bencana Banjir. In *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar* (Vol. 2, pp. 143-147).
- Susanto, H. 2015. Analisa Kemampuan Angkat dan Unjuk Kerja pada *Over Head Conveyor*. *Sinteks: Jurnal Teknik*, 1(2).
- Zain, R. H. 2013. Sistem Keamanan Ruang Menggunakan Sensor *Passive Infra Red* (PIR) Dilengkapi Kontrol Penerangan Pada Ruang Berbasis Mikrokontroler Atmega 8535 dan *Real Time Clock* DS1307. *Jurnal Teknologi Informasi & Pendidikan-Universitas Pendidikan Indonesia*, 6(1), 146-162.