

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Penelitian Terkait

Eksploitasi dan Pemeliharaan Jaringan Irigasi Tambak oleh Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat nomor 21/PRT/M/2015 tanggal 23 April 2015. Penelitian tersebut bertujuan merancang tambak yang ideal yang dapat diairi dan dikeringkan dengan cara gravitasi. Elevasi muka tanah tambak terletak antara elevasi muka air rendah rata-rata (*Mean Low Water Level*) dan muka air tinggi rata-rata (*Mean High Water Level*). Prasarana jaringan irigasi tambak menggunakan Saluran Primer, Saluran Sekunder, dan Saluran Tersier. Jenis pintu air yang digunakan yaitu Pintu Sorong, Pintu Skot Balok dan Pintu Air Di Petakan Tambak.

Penelitian selanjutnya, Skripsi oleh Shofiya Nadiya, Mahasiswa Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung (2016), dengan judul Pemanfaatan Sensor Ultrasonik dalam Pengukuran Debit Air Pada Saluran Irigasi Berbasis Mikrokontroler ATMEGA8535 Menggunakan Media Penyimpanan *SD Card*. Pada sistem pengukurannya, sensor diletakkan di atas permukaan air untuk mengetahui hasil tinggi air. Nilai hasil pengukuran ditampilkan pada *Liquid Crystal Display (LCD)* dan tersimpan pada *micro SD*. Perhitungan debit air dengan menggunakan persamaan Manning. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata nilai debit air tertinggi 140,46 m³/det dari rata-rata menunjukkan bahwa rata-rata nilai debit air tertinggi 140,46 m³/det dari rata-rata tinggi air 1,52 m pada saluran irigasi yang memiliki lebar dasar saluran irigasi terlebar, yaitu 5,7 m. Semakin besar nilai tinggi air, semakin besar nilai debit air.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Tambak Ikan

Pembudidayaan ikan adalah kegiatan untuk membesarkan, memelihara, dan membiakkan ikan, serta memanen hasilnya dalam lingkungan yang terkontrol (UU No. 31/ 2004). Kegiatan-kegiatan yang umum termasuk di dalamnya adalah budidaya udang, budidaya ikan, budidaya rumput laut (alga) dan budidaya tiram. Sarana budi daya perairan di Indonesia dilakukan melalui berbagai aspek. Kegiatan budidaya yang paling sering atau yang paling umum dilakukan di kolam/empang, tangki, tambak, karamba, serta karamba apung (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat nomor 21/PRT/M/2015).

Penegertian tambak atau kolam menurut Biggs *et al.* (2005) adalah badan air yang berukuran 1 m² hingga 2 ha, yang bersifat musiman atau permanen yang terbentuk dari buatan manusia atau yang terbentuk secara alami. Rodriguez-Rodriguez (2007) menambahkan bahwa lapisan tanah yang kurang porus cenderung digunakan pada lahan pembuatan tambak atau kolam. kolam biasanya dipakai untuk tambak yang terdapat di daratan dengan pemakaian air tawar, sedangkan tambak menggunakan air asin atau air payau. Biggs *et al.* (2005) mengatakan, salah satu fungsi dari tambak bagi ekosistem perairan adalah terjadinya pengkayaan jenis biota air. Bertambahnya jenis biota tersebut berasal dari pengenalan biota-biota yang dibudidayakan pada tambak atau kolam.

Jenis tambak yang ada pada Indonesia mencakup antarlain : tambak intensif, tambak semi intensif, tambak organik dan tambak tradisional. Perbedaan ketiga dari jenis tambak yang disebutkan terdapat pada teknik pengelolaan mulai dari pola pemberian pakan, padat penebaran, serta sistem pengelolaan air dan lingkungan (Widigdo, 2000). Hewan yang dibudidayakan dalam tambak adalah hewan air, terutama ikan, udang, serta kerang.

Sebagai media atau penyalur pemeliharaan biota air, tambak memerlukan pemeliharaan terkait dengan kesesuaian kondisi lingkungan budidaya untuk biota yang dibudidayakan. pemeliharaan yang dilakukan dalam budidaya tambak diantaranya adalah pemeliharaan kualitas lingkungan, baik fisika, kimia, maupun biologis (Abowei *et al.*, 2011). Beberapa parameter lingkungan yang sangat penting menurut Kalita *et al.* (2004) adalah kandungan oksigen terlarut dan kekeruhan serta masuknya organisme pengganggu (predator/parasit). Sementara Morris dan Mischke (1999) menyatakan salah satu faktor yang penting dalam pemeliharaan tambak adalah plankton sebagai pakan yang alami serta sebagai indikator bagi kualitas lingkungan tambak.

Abowei *et al.* (2011) menyatakan bahwa pemeliharaan tambak tidak hanya sebatas upaya untuk menghasilkan ikan, tetapi juga penting untuk menjaga kondisi atau keadaan lingkungan yang layak, mengawasi panen dan pertumbuhan ikan. Pemeriksaan keberhasilan reproduksi ikan dan menjauhkan ikan-ikan yang tidak diinginkan (predator/parasit). Disamping itu pula masih banyak terdapat faktor yang harus diperhatikan dalam pemeliharaan tambak seperti pemeliharaan populasi ikan, pemeliharaan sistem, pemilihan spesies ikan, pemberian pakan, pemasaran, dan sebagainya. Tambak yang dipelihara dengan baik cenderung memiliki kualitas air yang lebih baik (Silva *et al.*, 2007).

2.2.2 Operasi dan Pemeliharaan Jaringan Irigasi Tambak

Pada tahun 1980-an Pemerintah melalui Departemen Pekerjaan Umum dan Departemen Pertanian membangun saluran-saluran baru dan merehabilitasi saluran-saluran yang ada baik menggunakan dana APBN maupun APBD. Peningkatan teknik budidaya telah pula dilakukan dengan berbagai cara.

Tambak yang ada sekarang ini banyak yang tidak difungsikan dengan baik dikarenakan berbagai alasan diantaranya tidak terpeliharanya prasarana tambak,

rusaknya lingkungan akibat perkembangan permukiman, industri, dan alih budidaya dari tambak menjadi perkebunan.

Untuk mempertahankan luas tambak yang ada dan untuk menjamin agar dapat terselenggaranya pembudidayaan secara berkelanjutan dan berwawasan lingkungan, perlu pembenahan secara bertahap baik prasarananya maupun pengelolaannya melalui kegiatan **“Operasi dan Pemeliharaan Jaringan Irigasi Tambak”**. Yaitu kegiatan yang langsung berhubungan dengan kegiatan penyediaan, pengaturan, pembagian air, penentuan jadwal tanam, dan pemeliharaan jaringan irigasi tambak sepanjang tahun.

2.2.2.1 Kondisi Iklim

Parameter iklim di lokasi tambak yang perlu diketahui antara lain temperatur harian, kelembaban udara, evaporasi, dan curah hujan tahunan rata-rata. Kondisi iklim yang sesuai untuk lokasi tambak adalah lokasi yang mempunyai parameter satuan iklim sesuai dengan tabel berikut.

Tabel 2.1 Parameter satuan Iklim Lokasi Tambak

Parameter	Satuan	Keterangan
Temperatur harian	25 0C – 30 0C	Curah hujan rata-rata di bagian selatan Papua < 2.000 mm. Di Kalimantan Barat > 3.000 mm.
Kelembaban udara	80 %	
Evaporasi	3,5 mm – 4,5 mm	
Curah hujan tahunan rata-rata	2.000 mm – 2.500 mm	

2.2.2.2 Kualitas Air

Yang dimaksud dengan kualitas air adalah semua faktor yang meliputi faktor fisik, kimiawi, cemaran logam berat, dan mikrobiologi dari air. Faktor penting sehubungan dengan kualitas air baik air sumber maupun air pemeliharaan adalah pH (keasaman), DO (*Dissolve Oxygen* / Oksigen Terlarut), salinitas, kecerahan dan suhu.

Besarnya kandungan oksigen terlarut (DO) pada bagian yang berdekatan dengan sumber air yang dipergunakan untuk mengairi tambak perlu diketahui (dicatat). Apabila oksigen terlarut di dalam air <3 mg/l maka akan menghambat pertumbuhan udang dan ikan, bahkan bisa mengakibatkan kematian.

Tingkat evaporasi tinggi pada musim kemarau perlu diketahui, apakah disekitar lokasi terdapat sumber air tawar yang cukup untuk dapat dipergunakan sebagai pelarut air asin guna mempertahankan salinitas. Apabila sumber air tawar diambil dari sungai, perlu diketahui apakah pada bagian hulunya terjadi pencemaran baik limbah organik, pestisida, limbah industri, serta limbah pertambangan.

Kecerahan, suhu, dan oksigen terlarut saling berkaitan. Apabila suhu air di tambak > 32 °C maka oksigen terlarut akan menurun. Apabila kecerahan dibawah 25 cm maka suhu akan naik dan oksigen terlarut akan turun. Salinitas perlu diukur pada waktu pasang tinggi dalam musim hujan dan kemarau selama satu tahun. Ada dua hal yang mempengaruhi kadar salinitas pada pertemuan air asin dan air tawar. Kriteria kesesuaian kualitas air untuk pembudidayaan di tambak mengacu kepada standar kualitas air yang dikeluarkan oleh Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya Departemen Kelautan dan Perikanan seperti pada tabel dibawah ini.

Tabel 2.2 Kriteria Kualitas Air Untuk Budidaya Tambak

No	Parameter	Satuan	Nilai	
			Standar	Optimum
1	Salinitas	ppm	15 - 30	15 – 25
2	Suhu	°	26 - 32	29 – 31
3	Kecerahan	c	25 - 60	30 – 40
4	Ph	-	7,5 - 8,7	8 – 8,5
5	Oksigen Terlarut	mg/l	3 - 10	4 -
6	Amonia (NH ₃)	mg/l	0 - 1,0	0
7	Nitrit (NO ₂ ⁻)	mg/l	0 - 0,25	0
8	Sulfida (H ₂ S)	mg/l	0 - 0,001	-
9	Pyrit (FeS ₂)	mg/l	0,03	-

Tabel 2.2 Kriteria Kualitas Air Untuk Budidaya Tambak (Lanjutan)

Logam berat :			
Timbal (Pb)	mg/l	< 0,25	-
Seng (Zn)	mg/l	< 0,02	-
Tembaga (Cu)	mg/l	< 0,02	-

2.2.2.3 Air Payau

Sistem jaringan reklamasi tambak yang direncanakan harus bisa menghasilkan air tambak yang memenuhi persyaratan sebagai berikut :

- a) Salinitas untuk pertumbuhan udang antara 15% 25%
- b) Kandungan oksigen (*Disolved Oxygen/DO*) > 3 ‰.
- c) pH air untuk pertumbuhan udang adalah 6 – 9.
- d) Kecerahan air harus sesuai dengan kebutuhan pertumbuhan.
- e) Pada kebutuhan air tambak tidak dapat terpenuhi maka dilakukan pencampuran air, proses pencampuran ada dua cara yaitu :
 - 1) Pencampuran air alami yang memenuhi syarat :
 - a) Salinitas air menurut jarak dan waktu yang baik adalah antara
 - b) 10 % - 30 % dengan waktu ± 60 hari
 - c) Suhu antara 26 °C – 32 °C.
 - d) Kecerahan antara 23 cm – 25 cm piring secchi. d. pH antara 8 – 8,5.
 - e) DO = 3 mg/l.
 - f) BOD (*Biological Oxygen Demand*) = 10 mg/l.
 - 2) Pencampuran air buatan dibuat memenuhi persyaratan luas areal yang bisa diairi.

2.2.2.4 Pasang Surut

Pasang surut adalah naik turunnya muka air laut, secara berkala yang diakibatkan oleh adanya gaya tarik menarik benda angkasa terutama bulan dan matahari terhadap suatu massa air di bumi dalam waktu tertentu.

Pemilihan lokasi tambak sehubungan dengan pasang surut air laut harus diperhitungkan dengan cermat. Lokasi yang baik adalah daerah yang mempunyai sifat pasang surut pada saat bulan pasang perbani kritis air pasang mencapai 90 cm (25 cm – 34 cm diatas MSL hanya untuk 34 jam).

Pada daerah tambak yang perbedaan pasang dan surut yang besar akan kesulitan dalam sistem pengisian dan pengeringan tambak. Pasang surut yang ideal adalah yang mempunyai fluktuasi antara 1 m – 1,2 m. Selain itu dalam pembuatan pematang tambak pada daerah yang mempunyai pasang surut yang besar memerlukan tanggul yang tinggi untuk menghindarkan dari ancaman banjir.

Faktor di lokal yang dapat mempengaruhi pasang surut suatu perairan seperti lebar selat, topografi dasar laut, bentuk teluk dan sebagainya, sehingga berbagai tempat lokasi memiliki ciri pasang surut yang berlainan. Memilih lokasi tambak perlu diketahui tinggi dan macam pasang surut yang terjadi. Macam- macam pasang surut adalah sebagai berikut:

- a. Pasang Surut Harian Tunggal (*Diurnal Tide*), yaitu bila dalam sehari terjadi satu kali pasang air laut dan satu kali surut air laut. Biasanya terjadi disekitar khatulistiwa, antara lain di Sumatera Selatan dan Kalimantan Barat.
- b. Pasang Surut Harian Ganda (*Semi Diurnal Tide*), yaitu bila dalam sehari terjadi dua kali pasang air laut dan dua kali surut air laut yang tinginya hampir sama. Terjadi di Selat Malaka hingga Laut Andaman, yaitu di Sumatera Utara dan Kalimantan Timur.
- c. Pasang Surut Campuran Condong Harian Tunggal (*Mixed Mainly Diurnal*) yaitu setiap harinya terjadi satu kali pasang air laut dan satu kali surut air laut tetapi terkadang dengan dua kali pasang air laut dan dua kali surut air laut yang sangat berbeda dalam tinggi dan waktu. Terdapat di pantai selatan Kalimantan dan pantai utara Jawa Barat.

d. Pasang Surut air laut Campuran Condong Harian Ganda (*Mixed Mainly Semi Diurnal*) yaitu pasang surut air laut yang terjadi dua kali pasang air laut dan dua kali surut air laut dalam sehari tetapi terkadang terjadi satu kali pasang air laut dan satu kali surut air laut dengan waktu yang berbeda. Terdapat di pantai selatan Jawa dan Indonesia Bagian Timur.

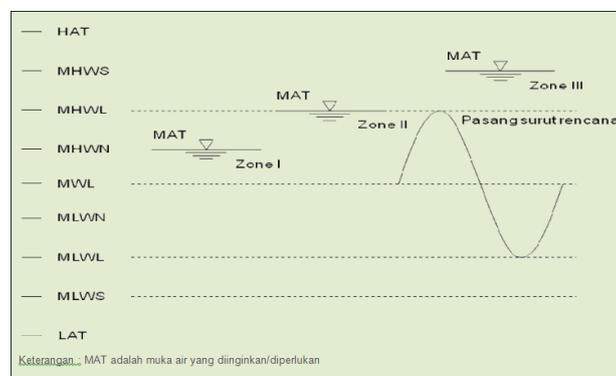
Pembagian *zone* tambak berdasarkan harga-harga standar untuk variasi muka air laut selama 1 tahun dibagi menjadi 3 *zone* terdiri dari:

Zone I : Pemberian air tambak pada zone ini dapat setiap saat dilakukan secara gravitasi, karena muka air ditambak lebih rendah dari muka air tinggi rata-rata pada saat *neap* pengeringannya memakai pompa.

Zone II : Pemberian dan pengeringan air tambak pada zone ini dilakukan secara gravitasi, hanya kadang-kadang harus memakai pompa yaitu pada saat pasang perbani/*neap tide*, pengeringan dengan gravitasi.

Zone III : Pemberian air tambak pada zone ini selalu pakai pompa karena muka air tambak (MAT) diatas pasang tinggi (pasang purnama/*spring tide*), pengeringan selalu dengan gravitasi karena dasar tambak berada diatas muka air rendah rata-rata (*Mean Low Water Level*).

Gambar pembagian zone tambak berdasarkan pasang surut dapat dilihat pada dibawah ini :



Gambar 2.1 Variasi pasang surut tahunan dan pembagian zone tambak

Keterangan

HAT	: <i>High Astronomical Tide</i> : Kemungkinan pasang tertinggi yang bisa terjadi (kombinasi linear dari komponen pasang surut).
MHWS	: <i>Mean High water Spring</i> : Muka air tinggi rata-rata pada saat <i>spring</i> .
MHWL	: <i>Mean High Water Level</i> : Muka air tinggi rata-rata.
MHWN	: <i>Mean High Water Neap</i> : Muka air tinggi rata-rata pada saat <i>neap</i> .
MWL	: <i>Mean Water Level</i> : Muka air rata-rata.
MLWN	: <i>Mean Low Water Neap</i> : Muka air rendah rata-rata pada saat <i>neap</i> .
MLWL	: <i>Mean Low Water Level</i> : Muka air rendah rata-rata.
MLWS	: <i>Mean Low Water Spring</i> : Muka air rendah rata-rata pada saat <i>spring</i> .
LAT	: <i>Low Astronomical Tide</i> : Kemungkinan surut terendah yang bisa terjadi (kombinasi linear dari komponen pasang surut).

Karakteristik pasang surut dan hubungannya dengan topografi diperlukan untuk menentukan elevasi dasar tambak, tinggi tanggul tambak, dalam saluran dan sebagainya. Untuk menentukan cara pengisian dan pengeringan tambak, apakah dengan cara gravitasi atau menggunakan pompa. Tempat yang fluktuasi pasang surutnya antara 2 m – 3 m adalah tempat yang paling cocok untuk lokasi tambak. Daerah yang fluktuasi pasang surutnya lebih dari 3 m – 4 m tidak cocok untuk lokasi tambak.

2.2.2.5 Topografi

Lahan yang baik untuk tambak adalah pada daerah yang topografinya landai, lokasi yang terjauh terjangkau oleh pasang air laut. Perlu diketahui letak koordinat lahan tambak untuk mengetahui sifat dan pengaruh iklim serta hubungannya dengan macam-macam pasang surut. Perbedaan elevasi lahan antara

lahan yang dekat dibanding dengan yang terjauh dari pantai menentukan cara pengisian dan pembuangan air tambak.

a) Tambak Ideal

Tambak yang ideal adalah tambak yang dapat diairi dan dikeringkan dengan cara gravitasi. Elevasi muka tanah tambak terletak antara elevasi muka air tinggi rata-rata (*Mean High Water Level*) dan juga muka air rendah rata-rata (*Mean Low Water Level*).

b) Tambak Tidak Ideal

Tambak tidak ideal adalah apabila:

1. Elevasi muka air tambak terletak diatas muka air tinggi rata-rata (*Mean High Water Level*), dan dasar tambak berada dibawah muka air rendah rata-rata (*Mean Low Water Level*). Pengisian air dilakukan dengan menggunakan pompa, pembuangan air selalu dilakukan dengan cara gravitasi. Berdasarkan harga-harga standar untuk variasi muka air laut selama 1 tahun, tambak yang seperti ini termasuk ke dalam *zone III*. Kategori terhadap posisi elevasi lahan, adalah kategori layak sampai layak bila digali.
2. Muka air tambak terletak dibawah muka air tinggi rata-rata (*Mean High Water Level*), dan dasar tambak terletak dibawah muka air rendah rata-rata (*Mean Low Water Level*). Pengisian airnya selalu dengan cara gravitasi pembuangan airnya selalu dengan pompa. Berdasarkan harga-harga standar untuk variasi muka air laut selama 1 tahun, tambak seperti ini termasuk dalam *zone I*. Kategori terhadap posisi pada elevasi lahan, termasuk kategori layak sampai layak bila ditimbun.
3. Tambak terletak pada daerah yang tunggang pasangnyanya (perbedaan elevasi muka air tambak tertinggi dan terendahnya) terlalu kecil, sehingga pengisian dan pengeringan dilakukan dengan menggunakan pompa.

2.2.2.6 Sedimentasi

Apabila aliran air membawa partikel-partikel organik yang berlebihan, akan menyebabkan pendangkalan yang cepat di sungai dan di saluran. Karena itu perlu dibuat filtrasi berupa rintangan pada sistem saluran. Sedimentasi sering terjadi pada bagian dekat muara sungai, di tempat lebar sungai akan menjadi lebih besar yang menyebabkan menurunnya kecepatan air dan terjadi penggumpalan partikel liat. Pada waktu pasang akan mempercepat terjadinya sedimentasi.

2.2.2.7 Kualitas Tanah

Tanah untuk tambak adalah tanah yang mempunyai permeabilitas tinggi, mempunyai kandungan liat untuk menjamin agar tanggul dan petakan tambak kedap air. Tanah liat berpasir atau lempung berpasir adalah bahan yang paling baik untuk bahan konstruksi tanggul tambak, karena bersifat keras dan tidak retak (hancur) apabila kering. Tanah humus buruk untuk pembuatan tanggul karena akan terlalu melekat dan dapat merekah apabila kering (Denlk, 1976). Demikian pula tanah yang mengandung senyawa pyrit buruk untuk konstruksi tanggul tambak, jika teroksidasi dapat membentuk asam sulfat yang mengakibatkan menurunnya pH tanah.

Kriteria persyaratan kualitas tanah untuk pertambakan dikeluarkan oleh Pusat Pelatihan dan Pengembangan Perikanan dan Direktorat Jenderal Perikanan, Departemen Pertanian tahun 1991, seperti tabel dibawah :

Tabel 2.3 Kriteria Kualitas Tanah Untuk Lokasi Tambak

No	Parameter	Nilai Satuan	Nilai Standar
1	Tekstur Liat	%	60 – 70
2	Tekstur Pasir	%	30 – 40
3	pH	-	6,0 – 8,0

Tabel 2.3 Kriteria Kualitas Tanah Untuk Lokasi Tambak (Lanjutan)

4	Bahan Organik	%	1,6 - 7,0
5	Karbon (C)	%	3 - 5
6	Nitrogen (N)	%	0,4 - 0,75
7	KTK	me/100 gr	< 20
8	Kalsium (Ca)	me/100 gr	5,0 - 2,0
9	Magnesium (Mg)	me/100 gr	1,5 - 8
10	Kalium (K0)	me/100 gr	0,5 - 1,0
11	Natrium (Na)	me/100 gr	0,7 - 1,0
12	Fosfor (P)	ppm	30 - 60
13	Pyrit (FeS2)	%	< 2

2.2.2.8 Lahan Konservasi

Lahan konservasi adalah kawasan penyangga dalam pelestarian lingkungan tambak. Lebar lahan konservasi (*green belt*) yang harus disediakan antara 50 m sampai dengan 300 m, yang akan dapat melindungi tambak dari abrasi air laut dan pengaruh angin, sehingga dapat memperpanjang umur manfaat tambak. Kegiatan operasi dan pemeliharaan lahan konservasi adalah dengan menjaga dan melakukan reboisasi. Foto lahan konservasi dapat dilihat pada gambar dibawah ini,



Gambar 2.2 Tambak Intensive Tarmizi tanjung Prov.Lampung 2008

2.2.2.9 Prasarana Jaringan Irigasi Tambak

2.2.2.9.1 Saluran

Saluran pada jaringan irigasi tambak dibedakan berdasarkan klasifikasi sebagai berikut:

- a. Saluran primer adalah saluran utama dari jaringan irigasi tambak yang berfungsi untuk pemberi atau pembuang.
- b. Saluran sekunder adalah cabang utama dari saluran primer yang berfungsi untuk pemberi atau pembuang.
- c. Saluran tersier adalah cabang saluran sekunder air payau yang berfungsi sebagai saluran pemberi atau pembuang dan hanya ada pada jaringan irigasi teknis tambak.

Saluran berdasarkan fungsi adalah sebagai berikut:

- a. Saluran pemberi air tawar berfungsi mengalirkan air tawar dari bangunan pengambil air tawar ke bangunan atau saluran pencampur. Tipe dan dimensi saluran pemberi air tawar ditentukan berdasarkan kebutuhan air, sifat aliran dan angkutan sedimen yang ada pada sumber air yang akan digunakan untuk mengairi tambak.
- b. Saluran pemberi air asin berfungsi mengalirkan air asin dari bangunan pengambil ke bangunan atau saluran pencampur atau langsung ke jaringan irigasi tambak, sesuai dengan klasifikasi jaringan irigasi tambak. Tipe dan dimensi saluran pemberi air asin ditentukan berdasarkan kebutuhan air, sifat aliran dan angkutan sedimen yang ada. Saluran ini terdiri dari dua tipe, yaitu tipe saluran terbuka dan tertutup dengan persyaratan sesuai dengan tipe masing-masing.
- c. Saluran pemberi air payau adalah saluran untuk mengalirkan air payau dari sumber air payau ke petakan tambak.

- d. Saluran pembuang adalah saluran untuk membuang air yang telah digunakan ditambak pada saat melakukan penggantian air, membuang air kelebihan atau untuk mengeringkan tambak. Pada jaringan irigasi sederhana tambak dan semi teknis saluran pembuang menjadi satu dengan saluran pemberi yang dikenal dengan saluran dua arah. Pada jaringan irigasi teknis tambak saluran pembuang sudah terpisah dengan saluran pemberi.

Saluran primer dapat berfungsi sebagai saluran pemberi air tawar, pemberi air asin, pemberi air payau atau saluran pembuang. Saluran primer berfungsi sebagai saluran pembuang hanya ada pada jaringan irigasi teknis tambak.

Saluran sekunder dapat berfungsi sebagai saluran pemberi air tawar, pemberi air asin, pemberi air payau, atau saluran pembuang. Saluran sekunder berfungsi sebagai saluran pemberi air tawar atau pemberi air asin apabila sistem pencampuran airnya tersebar.

Saluran sekunder dengan fungsi sebagai saluran pemberi air payau terdapat pada setiap klasifikasi jaringan irigasi tambak. Saluran sekunder yang berfungsi sebagai saluran pembuang hanya ada pada jaringan irigasi teknis tambak.

2.2.2.9.2 Jenis Pintu Air

a. Pintu Sorong

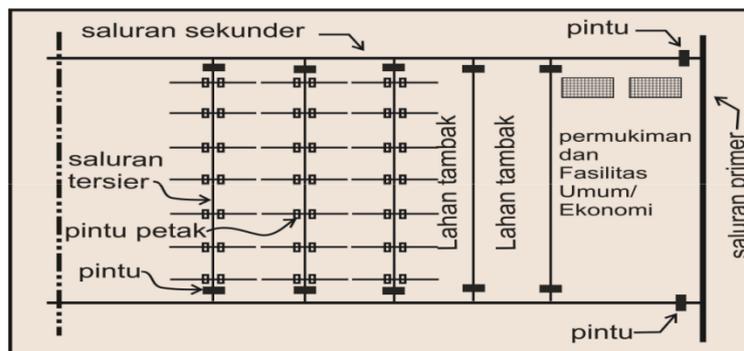
Pintu sorong adalah pintu yang dibuat dari plat besi/kayu/fiber, bergerak vertikal dan dioperasikan atau digerakkan secara manual. Fungsi pintu sorong adalah untuk mengatur jalannya air yang melalui bangunan sesuai dengan kebutuhan, seperti: (1) menghindari banjir yang datang dari luar, (2) mengendalikan air, dan (3) menahan air di saluran ketika kemarau panjang.

b. Pintu Skot Balok

Pintu skot balok (*stoplog*) adalah balok kayu yang bisa dipasang pada alur pintu atau sponeng bangunan. Pintu ini berfungsi untuk mengatur muka air pada saluran ketika ketinggian tertentu. Apabila muka air lebih tinggi dari pintu skot balok, maka akan terjadi aliran di atas pintu skot balok tersebut.

c. Pintu Air Di Petakan Tambak

Pintu air di petakan tambak terbuat dari konstruksi kayu atau beton. Pada bagian tengahnya mempunyai 3 alur sekat untuk meletakkan saringan dengan ukuran kasar, sedang sampai halus, agar kotoran dan ikan liar dari luar tidak masuk ke dalam tambak sebaliknya ikan atau udang yang dipelihara di dalam tambak tidak keluar.



Gambar 2.3 Sketsa Jaringan dan Penempatan Bangunan Pintu

Pada penelitian ini, akan membuat salah satu pintu sorong yang bekerja secara manual menjadi pintu sorong yang bekerja secara otomatis, dengan sketsa yang telah ada.

2.2.3 Pintu Sorong

Pintu sorong (*sluice gate*) merupakan bangunan hidrolis yang sering digunakan untuk mengatur debit intake pada embung atau di saluran irigasi. Di

dalam sistim saluran irigasi, pintu sorong biasanya ditempatkan pada bagian pengambilan dan bangunan bagi sadap balk itu sekunder maupun tersier. Selain itu, alat ini juga dapat digunakan pada industri misalnya di saluran pengolahan atau pembuangan (Dua K.S.Y. Klaas Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negri Kupang).

Bangunan pengatur debit ini sering digunakan oleh karena kemudahan perencanaan dan pengoperasiannya. Dengan tinggi bukaan pintu tertentu maka akan didapatkan debit yang dimaksud. Dengan demikian variasi bukaan pintu akan mempengaruhi debit aliran dan profit muka air di bagian hilir.

Aliran yang mengalir di bawah pintu sorong dimulai dari fungsi superkritis penuh ($F > 1$) sampai pada bagian vena contracta dan dilanjutkan pada aliran berkembang sebagian dimana lapisan batas (*boundary condition*) terbentuk sampai pada aliran aliran menjadi stabil ($F < 1$) (Rao,1973). Pada kondisi aliran kritis ($F_{Cr} = 1$) kedalamannya merupakan kedalaman kritis, h_{cr}

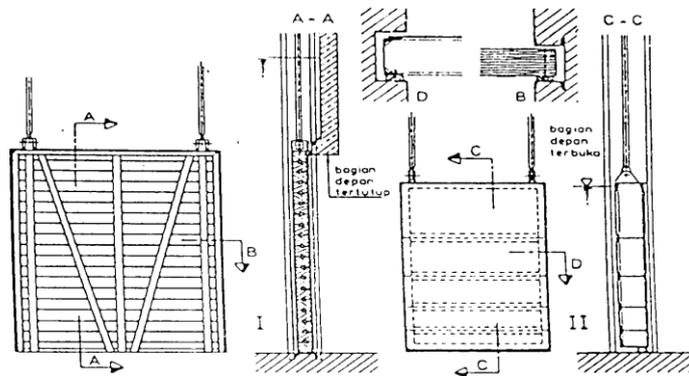
Kedalaman kritis ini merupakan salah satu komponen penentu dalam perencanaan bangunan itu sendiri (Kinori, 1970).Perhitungan kedalaman kritis yang tepat akan menghasilkan perencanaan bangunan yang efektif secara hidrolika yaitu pada perencanaan tinggi jagaan saluran dan dimensi apron hilir. Hal ini akan berimplikasi pada ketepatan perencanaan debit saluran, dan pada akhirnya akan meningkatkan efisiensi distribusi air irigasi. Selain itu perencanaan yang baik berdasarkan penentuan aliran kritis akan berdampak meningkatnya efisiensi biaya konstruksi (pemilihan jenis dan volume hahan) dan efektifitas operasional pintu bagi para petani.

Letak Batas awal aliran stabil (aliran kritis, $F_{Cr} = 1$) ini perlu diidentifikasi secara teoritis dan eksperimental sebab ini merupakan salah satu komponen penentu dalam perencanaan perlakuan aliran selanjutnya.

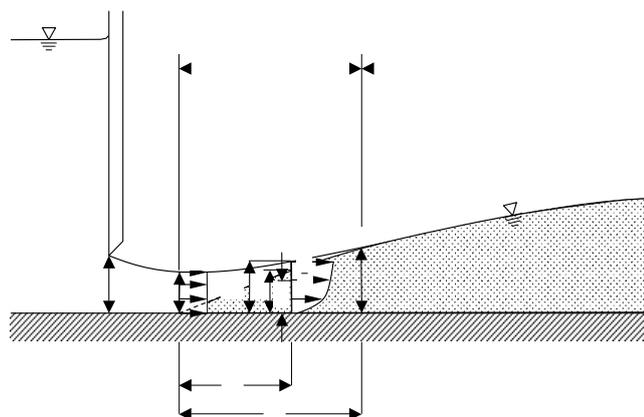
Pada pintu sorong, penetapan besaran debit aliran dilakukan melalui operasi pintu, dimana tinggi bukaan, a , menentukan debit yang mengalir setelah pintu

sorong. Pada prakteknya, acuan perencanaan bagian bangunan setelah pintu sorong didasarkan pada kedalaman kritis, h_{cr} . Contoh analisis perencanaan adalah bangunan peredam energi untuk pengaturan tinggi muka air hilir (Rice & Kern, 1993).

Penentuan kedalaman kritis biasanya hanya didasarkan pada estimasi debit aliran dari pintu sorong. Debit aliran pun perlu direduksi dengan faktor koreksi tanpa dimensi (Dep.PU, 1986). Sehingga perhitungan kedalaman kritis berdasarkan debit aliran kurang praktis digunakan pengguna awam misalnya petani. Pengguna perlu menetapkan asumsi faktor koreksi berdasarkan grafik sebelum mendapatkan besaran debit di saluran



Gambar 2.4 Pintu Sorong dan detail dan Teknisinya (Dep PU 1986)



Gambar 2.5 Sketsa Aliran Melalui Bawah Pintu Sorong (Ohtsu,1994)

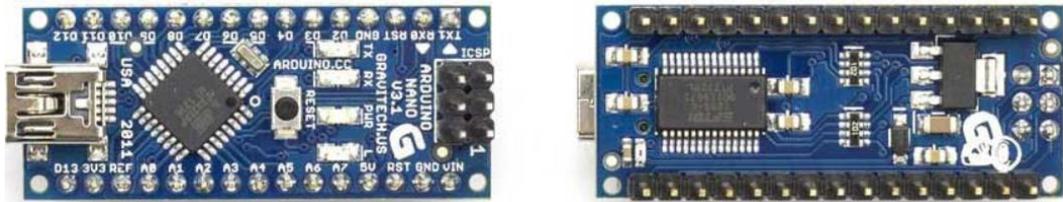
2.2.4 Arduino

Arduino dikenal sebagai *platform computing* fisik atau embedded, yang berarti sistem interaktif yang dapat berinteraksi dengan lingkungannya melalui penggunaan perangkat keras dan perangkat lunak. Arduino dapat merasakan lingkungan dengan menerima masukan (*input*) dari berbagai sensor serta dapat mempengaruhi sekitarnya dan mampu mengendalikan sebuah lampu, motor, aktuator, dan lainnya. Mikrokontroler pada papan (*board*) rangkaiannya dapat diprogram menggunakan bahasa pemrograman Arduino (berdasarkan *Wiring*) dan lingkungan pengembangan Arduino (berdasarkan *Processing*). Proyek Arduino dapat berdiri sendiri atau dapat berkomunikasi dengan perangkat lunak yang berjalan pada komputer. Halaman web Arduino dapat dilihat pada <http://www.arduino.cc>.

Tipe Arduino yang digunakan pada penelitian ini adalah Arduino Nano 328. Arduino Nano 328 adalah suatu papan pengembangan mikrokontroler yang berukuran kecil, lengkap dan mendukung dalam penggunaan breadboard. Arduino Nano kurang lebih memiliki fungsi yang sama dengan Arduino Duemilanove, tetapi dalam paket yang berbeda. Arduino Nano tidak menyertakan colokan DC berjenis Barrel Jack, dan dihubungkan ke komputer menggunakan port USB Mini-B. Arduino Nano dirancang dan diproduksi oleh perusahaan Gravitech. Adapun Spesifikasi singkat mengenai Arduino Nano 328 adalah sebagai berikut :

- a) Mikrokontroler ; ATmega328
- b) Arsitektur : AVR
- c) Tegangan Operasi : 5V
- d) Input Voltage (disarankan) : 7-12V
- e) Input Voltage (limit) : 6-20V
- f) Digital I / O Pins : 22
- g) PWM Output : 6
- h) Konsumsi daya : 19 mA
- i) Pins Input Analog : 8

- j) Arus DC per pin I/O : 40 mA
- k) Flash Memory : 32 KB yang 2 KB digunakan oleh bootloader
- l) SRAM : 2 KB
- m) EEPROM : 1KB
- n) Clock Speed : 16 MHz
- o) Ukuran : 18 x 45 mm
- p) Berat : 7g
- q) Kode produk : A000005



Gambar 2.6 Arduino Nano 328

Arduino Nano dapat diaktifkan dengan melalui beberapa keadaan seperti dengan koneksi USB Mini-B, melalui catu daya eksternal dengan tegangan belum teregulasi antara 6-20 Volt yang dihubungkan melalui pin 30 atau pin VIN, melalui catu daya eksternal dengan tegangan teregulasi 5 volt melalui pin 27 atau pin 5V. Sumber daya akan secara otomatis dapat dipilih dari sumber tegangan yang lebih tinggi. Chip FTDI FT232L pada Arduino Nano akan aktif apabila mendapatkan daya melalui USB, ketika Arduino Nano diberikan daya dari luar (Non-USB) maka Chip FTDI tidak aktif dan pin 3.3V pun tidak tersedia (tidak mengeluarkan tegangan), sedangkan LED TX dan RX pun berkedip apabila pin digital 0 dan 1 berada pada posisi HIGH.

2.2.4.1 Memory

ATmega328 memiliki flash memory sebesar 32 KB, (juga dengan 2 KB digunakan untuk bootloader). ATmega328 memiliki 2 KB memory pada SRAM dan 1 KB pada EEPROM.

2.2.4.2 Input dan Output

Masing-masing pada 14 pin digital dari Arduino Nano dapat digunakan sebagai input atau output, dengan menggunakan fungsi `pinMode()`, `digitalWrite()`, dan `digitalRead()`. Semua pin bekerja pada tegangan 5 volt. Setiap pin dapat memberi atau menerima arus maksimum 40 mA dan memiliki resistor pull-up internal (yang terputus secara default) sebesar 20-50 KOhm. Selain itu beberapa pin memiliki fungsi khusus, yaitu:

- a) **Serial** : 1 (TX) dan 0 (RX). Digunakan untuk menerima (RX) dan mengirimkan (TX) TTL data serial. Pin ini terhubung pada pin yang sesuai dari chip FTDI USB-to-TTL Serial.
- b) **External Interrupt** (Interupsi Eksternal): Pin 2 dan pin 3 ini bisa dikonfigurasi untuk memicu sebuah interupsi pada nilai yang rendah, meningkat atau menurun, serta untuk perubahan nilai.
- c) **PWM** : Pin 3, 5, 6, 9, 10, dan 11. Menyediakan output PWM 8-bit dengan fungsi `analogWrite()`, dan Jika pada jenis papan berukuran lebih besar (misal: Arduino Uno) pin PWM ini diberi simbol tilde atau “~” sedangkan pada Arduino Nano diberi tanda titik atau strip.
- d) **SPI** : Pin 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). Pin ini mendukung komunikasi SPI, dan sebenarnya komunikasi SPI ini tersedia pada hardware. Tapi untuk saat ini belum didukung dalam bahasa Arduino.
- e) **LED** : Pin 13. Tersedia secara built-in pada papan Arduino Nano. LED terhubung ke pin digital 13 dan ketika pin diset bernilai HIGH, maka LED menyala, sehingga ketika pin diset bernilai LOW, maka LED padam.

Arduino Nano memiliki 8 pin sebagai input analog yang diberi label A0 sampai dengan A7, masing-masing menyediakan resolusi 10 bit (yaitu 1024 nilai yang

berbeda). Secara default pin ini dapat diukur atau diatur dari mulai Ground hingga dengan 5 Volt, juga memungkinkan dapat mengubah titik jangkauan tertinggi atau terendah mereka menggunakan fungsi analog Reference(). Pin Analog 6 dan 7 tidak bisa digunakan sebagai pin digital. Selain itu beberapa pin memiliki fungsi yang dikhususkan, yaitu:

- a) **I2C** : Pin A4 (SDA) dan pin A5 (SCL). Komunikasi yang mendukung I2C (TWI) menggunakan perpustakaan Wire.
- b) **AREF** : Referensi tegangan untuk input analog. Digunakan dengan fungsi analogReference().
- c) **RESET** : Jalur LOW ini digunakan untuk me-reset (menghidupkan ulang) mikrokontroler. Biasanya digunakan untuk menambahkan tombol reset pada shield yang menghalangi papan utama Arduino.

2.2.4.3 Komunikasi

Arduino Nano memiliki sejumlah fasilitas yang berguna untuk berkomunikasi dengan komputer dan dengan Arduino lain, atau dengan mikrokontroler. ATmega328 menyediakan komunikasi serial UART TTL (5 Volt), yang terdapat pada pin digital 0 (RX) dan pin 1 (TX). Sebuah chip FTDI FT232RL yang tersedia pada papan Arduino Nano digunakan sebagai media komunikasi serial melalui USB dan driver FTDI (tersedia pada software Arduino IDE) yang akan menyediakan COM Port Virtual (pada Device komputer) untuk berkomunikasi pada perangkat lunak dengan komputer. Perangkat lunak Arduino termasuk didalamnya serial monitor memungkinkan data tekstual sederhana dikirim dan dari papan Arduino. LED RX dan TX yang tersedia pada papan akan berkedip saat data sedang dikirim atau diterima melalui chip FTDI dan koneksi USB yang terhubung melalui USB komputer (tetapi tidak untuk komunikasi serial pada pin 0 dan 1).

Suatu perpustakaan SoftwareSerial memungkinkan komunikasi serial pada beberapa pin digital Nano. ATmega328 mendukung komunikasi I2C (TWI) dan SPI. Perangkat lunak Arduino termasuk perpustakaan Wire dapat digunakan untuk menyederhanakan penggunaan bus I2C. Untuk komunikasi SPI, silakan lihat datasheet ATmega328.

2.2.4.4 Pemrograman

Arduino Nano dapat diprogram dengan software Arduino. Pilih “Arduino ATmega328” melalui menu Tools > Board (sesuaikan dengan jenis mikrokontroler yang anda miliki).

ATmega328 pada Arduino Nano sudah dipaket preburned dengan bootloader yang memungkinkan Anda untuk meng-upload kode baru tanpa menggunakan programmer hardware eksternal. Hal ini karena komunikasi yang terjadi menggunakan protokol asli STK500. Anda juga dapat melewati (bypass) bootloader dan program mikrokontroler melalui pin header ICSP (In-Circuit Serial Programming) menggunakan Arduino ISP atau yang sejenis.

2.2.4.5 Reset (Software) Otomatis

Penekanan tombol reset sebelum upload pada Arduino Nano, didesain dengan cara yang memungkinkan untuk mereset melalui perangkat lunak yang berjalan pada komputer yang terhubung. Salah satu jalur kontrol hardware (DTR) mengalir dari FT232RL, kemudian terhubung ke jalur reset dari ATmega328 melalui kapasitor 100 nanofarad. Bila jalur ini di-set rendah atau low, jalur reset drop cukup lama untuk mereset chip. Perangkat lunak Arduino ini menggunakan kemampuan untuk memungkinkan Anda meng-upload kode dengan cara hanya menekan tombol upload pada perangkat lunak Arduino. Berarti bootloader memiliki rentang waktu yang lebih pendek, seperti menurunkan DTR dapat terkoordinasi (berjalan beriringan) dengan dimulainya upload.

Pengaturan ini memiliki implikasi lain. Saat Arduino Nano terhubung dengan komputer yang menggunakan sistem operasi Mac OS X atau Linux maka papan Arduino akan di-reset setiap kali dihubungkan dengan software komputer (melalui USB). Setengah detik kemudian atau lebih, bootloader berjalan pada papan Arduino Nano. Proses reset melalui program ini, digunakan untuk mengabaikan data yang cacat atau gagal (yaitu apapun selain meng-upload kode baru), Arduino Nano akan memotong dan membuang beberapa byte pertama dari data yang dikirim ke papan setelah sambungan terbuka. Dan jika sebuah sketsa dijalankan pada papan untuk menerima satu kali konfigurasi atau menerima data,

maka lain ketika pertama kali dijalankan pastikan bahwa perangkat lunak diberikan waktu untuk berkomunikasi dengan menunggu beberapa detik setelah terkoneksi dan sebelum mengirim data.

2.2.5 Sensor Ultrasonic

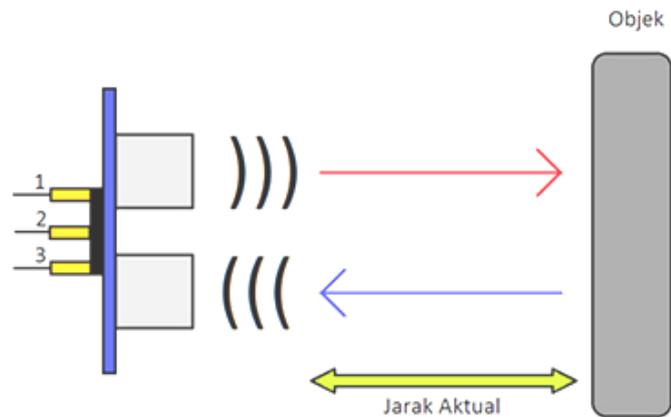
2.2.5.1 Pengertian Sensor Ultrasonic

Sensor ultrasonik adalah sebuah sensor yang berfungsi untuk mengubah besaran fisis (bunyi) menjadi besaran listrik dan sebaliknya. Cara kerja sensor ini didasarkan pada prinsip dari pantulan suatu gelombang suara sehingga dapat dipakai untuk menafsirkan eksistensi (jarak) suatu benda dengan frekuensi tertentu. Disebut sebagai sensor ultrasonik karena sensor ini menggunakan gelombang ultrasonik (bunyi ultrasonik). Gelombang ultrasonik adalah gelombang bunyi yang mempunyai frekuensi sangat tinggi yaitu 20.000 Hz. Bunyi ultrasonik tidak dapat di dengar oleh telinga manusia. Bunyi ultrasonik dapat didengar oleh anjing, kucing, kelelawar, dan lumba-lumba. Bunyi ultrasonik bisa merambat melalui zat padat, cair dan gas. Reflektivitas bunyi ultrasonik di permukaan zat padat hampir sama dengan reflektivitas bunyi ultrasonik di permukaan zat cair. Akan tetapi, gelombang bunyi ultrasonik akan diserap oleh tekstil dan busa.

2.2.5.2 Cara Kerja Sensor Ultrasonic

Pada sensor ultrasonik, gelombang ultrasonik dibangkitkan melalui sebuah alat yang disebut dengan piezoelektrik dengan frekuensi tertentu. Piezoelektrik ini akan menghasilkan gelombang ultrasonik (umumnya berfrekuensi 40kHz) ketika sebuah osilator diterapkan pada benda tersebut. Secara umum, alat ini akan menembakkan gelombang ultrasonik menuju suatu area atau suatu target. Setelah gelombang menyentuh permukaan target, maka target akan memantulkan kembali gelombang tersebut. Gelombang pantulan dari target akan ditangkap oleh sensor,

kemudian sensor menghitung selisih antara waktu pengiriman gelombang dan waktu gelombang pantul diterima.



Gambar 2.7 cara kerja sensor ultrasonic dengan transmitter dan receiver

Secara detail, cara kerja sensor ultrasonik adalah : Sinyal dipancarkan oleh pemancar ultrasonik dengan frekuensi tertentu dan dengan durasi waktu tertentu. Sinyal tersebut berfrekuensi diatas 20kHz. Untuk mengukur jarak benda (sensor jarak), frekuensi yang umum digunakan adalah 40kHz. Sinyal yang dipancarkan akan merambat sebagai gelombang bunyi dengan kecepatan sekitar 340 m/s. Ketika menumbuk suatu benda, maka sinyal tersebut akan dipantulkan oleh benda tersebut. Setelah gelombang pantulan sampai di alat penerima, maka sinyal tersebut akan diproses untuk menghitung jarak benda tersebut. Jarak benda dihitung berdasarkan rumus :

$$S = 340 \cdot t / 2 \dots\dots\dots 2.1$$

Dimana :

S = Jarak antara sensor dengan benda (bidang pantul)

T = selisih waktu pemancaran gelombang oleh transtmitter dan waktu gelombang pantul diterima receiver.

2.2.6 Liquid Crystal Display (LCD)

Display elektronik adalah salah satu elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf ataupun grafik. *LCD (Liquid Crystal Display)* adalah suatu jenis display elektronik yang dibuat dengan teknologi *CMOS logic* yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap *front-lit* atau menstransmisikan cahaya dan *back-lit*. LCD banyak sekali digunakan dalam perancangan suatu sistem dengan menggunakan mikrokontroler. LCD berfungsi untuk menampilkan suatu hasil sensor, menampilkan teks, atau menampilkan menu pada aplikasi mikrokontroler. LCD yang digunakan pada penelitian ini adalah LCD 16x2, artinya LCD terdiri dari 2 baris dan 16 karakter dengan 16 pin konektor. Gambar 2.8 menunjukkan bentuk fisik dan nama pin LCD 16x2.



Gambar 2.8 Bentuk fisik dan Pin LCD 2x16

Konfigurasi dan deskripsi dari pin-pin LCD antara lain :

1. VSS (Pin 1) : merupakan *power supply* (GND).
2. VCC (Pin2) : merupakan *power supply* (+5V).
3. VEE (Pin 3) : merupakan *input* tegangan kontras LCD.
4. *RS Register Select* (Pin 4) : merupakan *register* pilihan 0 = *Register* Perintah, 1 = *Register Data*.
5. R/W (Pin 5) : merupakan *read select*, 1 = *Read*, 0 = *Write*.

6. *Enable Clock* LCD (Pin 6) : merupakan masukan logika 1 setiap kali pengiriman atau pembacaan data.
7. D0 sampai D7 (Pin7 sampai Pin14) : merupakan *data bus* 1 sampai 7.

Dalam modul LCD terdapat mikrokontroler yang berfungsi sebagai pengendali tampilan karakter LCD. Mikrokontroler tersebut dilengkapi dengan memori dan *register*. Memori yang digunakan mikrokontroler *internal LCD* adalah :

1. DDRAM (*Display Data Random Acces Memory*) merupakan memori tempat karakter yang akan ditampilkan.
2. CGRAM (*Character Generator Random Acces Memory*) merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dimana dari karakter dapat diubah-ubah sesuai dengan keinginan.
3. CGROM (*Character Generator Read Only Memory*) merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dimana pola tersebut merupakan karakter dasar yang sudah ditentukan secara permanen oleh pabrikan pembuat LCD tersebut sehingga pengguna tinggal mengambilnya sesuai alamat memorinya dan tidak dapat merubah karakter dasar yang ada dalam CGROM.

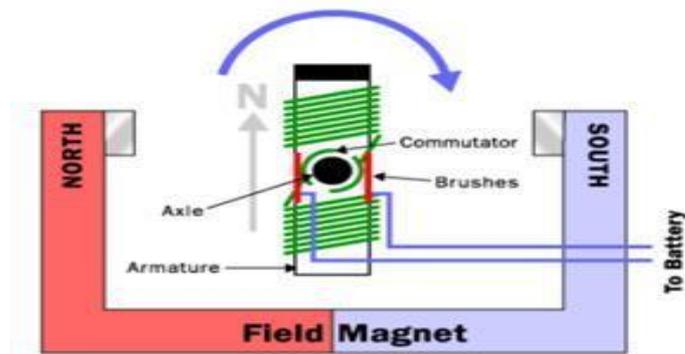
Register yang terdapat dalam suatu LCD diantaranya adalah :

1. *Register* perintah yaitu register yang berisi perintah-perintah dari mikrokontroler ke panel LCD pada saat proses penulisan data atau tempat status dari panel LCD dapat dibaca pada saat pembacaan data.
2. *Register* data yaitu *register* untuk menuliskan atau membaca data dari atau ke DDRAM. Penulisan data pada register akan menempatkan data tersebut ke DDRAM sesuai dengan alamat yang telah diatur sebelumnya.

2.2.7 Motor DC (*Dirrect Current*)

(C. T. Leondes, 1972) Motor DC adalah piranti elektronik yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik berupa gerak rotasi. Pada motor DC terdapat jangkar dengan satu atau lebih kumparan terpisah. Tiap kumparan

berujung pada cincin belah (*komutator*). Dengan adanya *insulator* antara *komutator*, cincin belah dapat berperan sebagai saklar kutub ganda (*double pole, double throw switch*). Motor DC bekerja berdasarkan prinsip gaya *Lorentz*, yang menyatakan ketika sebuah konduktor beraliran arus diletakkan dalam medan magnet, maka sebuah gaya (yang dikenal dengan gaya *Lorentz*) akan tercipta secara *ortogonal* diantara arah medan magnet dan arah aliran arus. Mekanisme ini diperlihatkan pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9 Bagan mekanisme motor DC

Motor DC yang digunakan pada robot beroda umumnya adalah motor DC dengan magnet permanen. Motor DC jenis ini memiliki dua buah magnet permanen sehingga timbul medan magnet di antara kedua magnet tersebut. Di dalam medan magnet inilah jangkar (*rotor*) berputar. Jangkar yang terletak di tengah motor memiliki jumlah kutub yang ganjil dan pada setiap kutubnya terdapat lilitan. Lilitan ini terhubung ke area kontak yang disebut komutator. Sikat (*brushes*) yang terhubung ke kutub positif dan negatif motor memberikan daya ke lilitan sedemikian rupa sehingga kutub yang satu akan ditolak oleh magnet permanen yang berada di dekatnya, sedangkan lilitan lain akan ditarik ke magnet permanen yang lain sehingga menyebabkan jangkar berputar. Ketika jangkar berputar, *komutator* mengubah lilitan yang mendapat pengaruh polaritas medan magnet sehingga jangkar akan terus berputar selama kutub positif dan negatif motor diberi daya. Kecepatan putar motor DC (N) dirumuskan dengan Persamaan berikut :

$$N = \frac{V_{TM} - I_A R_A}{K \phi} \dots\dots\dots 2.2$$

Keterangan:

V_{TM} : Tegangan Terminal

I_A : Arus Jangkar Motor

R_A : Hambatan Jangkar Motor

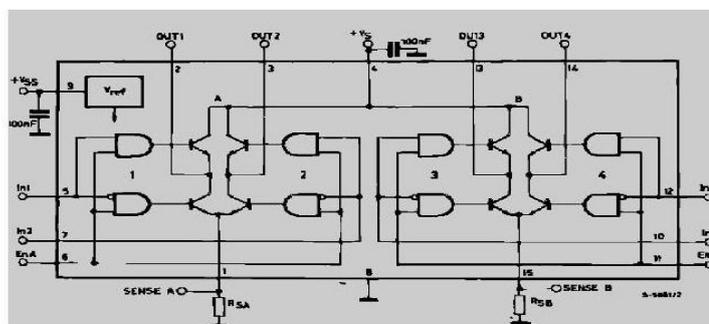
K : Konstanta Motor

ϕ : Fluks Magnet

Pengendalian kecepatan putar motor DC dapat dilakukan dengan mengatur besar tegangan terminal motor V_{TM} . Metode lain yang biasa digunakan untuk mengendalikan kecepatan motor DC adalah dengan teknik modulasi lebar pulsa atau *Pulse Width Modulation* (PWM).

2.2.8 L298 H-Bridge Driver

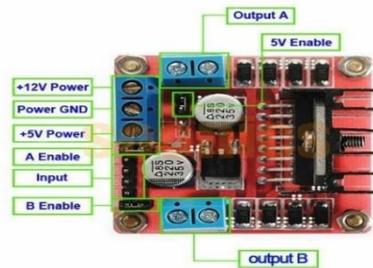
(L298 *Dual H – Bridge Driver*, 25-Des-2016) IC L298 adalah IC *Dual Full Bridge Driver* yang beroperasi sampai tegangan 46 V dan arus DC 4 A, yang didesain untuk menerima logic level TTL standar. IC ini berfungsi untuk *men-drive* induksi beban seperti relai, solenoida, motor DC dan motor stepper. Gambar di bawah ini adalah blok diagram IC L298 :



Gambar 2.10 Blok diagram IC L298

L298 mempunyai 2 *output power stage* yaitu A dan B pada gambar 4.1. *Output power stage* adalah sebuah konfigurasi *bridge*, dimana *output*-nya dapat *men-drive* sebuah induktif beban secara mode umum atau *diferensial*, tergantung pada input *state*-nya. Arus yang mengalir keluar dari rangkaian *bridge* keluar melalui pin output *sense*, dimana *sense output* dihubungkan dengan resistor external R_{sA} dan R_{sB} . Dengan adanya resistor R_{sA} dan R_{sB} dapat diketahui intensitas arusnya.

IC L298 sudah dikemas dalam bentuk modul. Modul ini sudah banyak di jual dipasaran. Berikut konfigurasi pin pada modul *L298 Dual H-Bridge Driver* :



Gambar 2.11 Konfigurasi Pin L298 Dual H-Bridge Driver