

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Dalam merencanakan dan merealisasikan sebuah sistem otomatisasi pengkondisi suhu, pH, dan kejernihan air kolam, dibutuhkan pemahaman tentang berbagai hal yang mendukung sistem ini. Kajian system yang dirancang penulis adalah pengembangan dari skripsi sebelumnya, yaitu oleh Singgare Krisandita yang berjudul “Perancangan dan Pembuatan Alat Pengukur Derajat Keasaman (pH) Air Tambak Udang Dengan Penampil Suhu”. Alat ini menampilkan nilai pH dan suhu pada LCD.

Setelah dikembangkan dalam perancangan ini, selain pengukuran pH dan suhu, juga ditambahkan pengukuran kejernihan air. Dan alat ini tidak hanya menampilkan pH, suhu, dan kejernihan air saja, tetapi juga dapat mengkondisikannya. Keasaman (pH) dan kejernihan dikondisikan dengan pengurusan otomatis pada kolam jika pH dan kejernihan air berada diluar range yang ditentukan. Sedangkan pada pengkondisian suhu, diberikan heater untuk menjaga kestabilan suhu pada range yang ditentukan.

Pemahaman ini akan bermanfaat untuk merancang perangkat keras dan perangkat lunak system. Pengetahuan yang mendukung perencanaan dan realisasi alat meliputi system pengukuran suhu, pH, dan kejernihan air, budidaya ikan patin, sensor-sensor yang digunakan, ATmega32, LCD, solenoid valve, dan heater.

2.1 Budidaya Ikan Patin

Budidaya ikan patin dapat dibedakan menjadi dua bagian yang tak terpisahkan, yaitu pembenihan dan pembesaran. Keduanya membutuhkan perhatian yang tidak mudah. Meskipun kedua kegiatan ini belum cukup populer di kalangan masyarakat karena untuk memenuhi kebutuhan ikan patin biasanya masih mengandalkan penangkapan di alam.

2.1.1 Proses Pembenihan Pada Budidaya Ikan Patin

Kegiatan pembenihan ikan patin merupakan upaya untuk menghasilkan benih pada ukuran tertentu sehingga yang didapatkan adalah benih yang dihasilkan setelah masa pendederan. Proses penting yang harus dilalui pada budidaya ikan patin. Setiap tahapan pada budidaya ikan patin bisa dijadikan bisnis tersendiri.

Pada tahap pembenihan misalnya, peternak bisa mencoba budidaya ikan patin hanya dalam tahap ini lalu langsung menjual benihnya pada mereka yang membutuhkan

benih-benih berkualitas. Tentunya harga yang dipatok berbeda dengan ikan patin yang sudah dewasa dan siap konsumsi.

Untuk memulai budidaya ikan patin, Anda bisa mendapatkan benih ikan dari hasil tangkapan di perairan umum maupun membeli dari Balai Pemeliharaan Ikan Air Tawar di Jawa Barat. Benih-benih ini biasanya dikumpulkan dalam satu wadah dan dirawat selama kurang lebih dua minggu. Proses inilah yang membutuhkan kehati-hatian.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam budidaya ikan patin adalah kualitas air, apabila air dalam penampungan sudah mulai kotor, gantilah dengan air bersih dan hindarkan dari sengatan matahari. Derajat keasamannya 6 – 8. Usahakan suhu berkisar antara 25°C – 30°C. Benih ikan patin ini akan siap ditebar ketika sudah dipindahkan dan dipelihara terlebih dahulu di dalam jaring. Hal ini dimaksudkan agar benih ikan patin mampu beradaptasi dengan lingkungan barunya. Budidaya ikan patin ini memang perlu perhatian yang besar.

Ciri-ciri induk patin yang sehat dan siap dipijahkan adalah sebagai berikut:

1) Proses Pembenuhan Pada Budidaya Ikan Patin Betina

- Induk Betina Berumur tiga tahun
- Ukuran anatar 1.5 – 2 kilogram
- Perut membesar ke arah anus
- Perut terasa empuk dan halus saat diraba
- Kloaka membengkak dan berwarna merah tua
- Kulit pada bagian perut lembek dan tipis
- Ketika kloaka ditekan maka akan keluar beberapa butir telur dengan bentuk bundar yang besarnya seragam.

2) Proses Pembenuhan Pada Budidaya Ikan Patin Jantan

- Induk Jantan Berumur dua tahun
- Ukuran 1.5 – 2 kilogram
- Kulit perut lembek dan tipis
- Bila diurut akan keluar cairan sperma berwarna putih
- Kelamin membengkak dan merah tua.

2.1.2 Proses Pembesaran Ikan Patin

Pembesaran ikan patin dapat dilakukan di kolam, di jala apung baik dengan sistem pen maupun dalam karamba. Berikut penjelasannya:

Pembesaran ikan patin di kolam dapat dilakukan melalui sistem monokultur maupun polikultur. Pembesaran ikan patin di jala apung sebaiknya memerhatikan lokasi pemeliharaan, bagaimana cara menggunakan jala apung, bagaimana kondisiperairan dan kualitas airnya serta proses pembesarannya. Pada pembesaran ikan patin, sistem yang perlu diperhatikan pemilihan lokasi, kualitas air, penebaran benih dan pemberian pakan serta pengontrolan. Pada pembesaran ikan patin di karamba yang perlu diperhatikan adalah masalah pemilihan lokasi, penebaran benih, pemberian pakan tambahan, pengontrolan dan pemanenan.

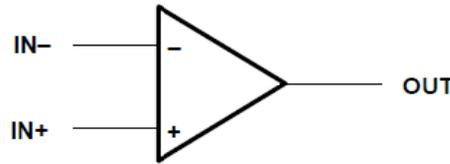
2.1.3 Proses Panen Budidaya Ikan Patin

Pastikan ikan patin tidak terkoyak siripnya ketika Anda mengangkatnya darikolam pembesaran. Ikan patin yang terkoyak siripnya akan mengalami penurunanharga sehingga tak laku di pasaran. Budidaya ikan patin juga membutuhkankehati-hatian yang lebih detail.

Ketika budidaya ikan patin Anda sudah mulai membuahkan hasil, jangan gunakan jala yang besar dan kasar untuk menangkap ikan patin karena akan menyakiti dan merusak tubuh ikan patin. Sebaiknya gunakan serok dengan jala yang halus.Pilihlah ikan patin yang benar-benar siap panen sehingga hasil yang Anda dapatkan pun maksimal.

2.2 Penguat Operasional (Op-Amp)

Penguat operasional (Op Amp) didefinisikann sebagai suatu rangkaian terintegrasi yang berisi beberapa tingkat dan konfigurasi penguat diferensial. Penguat operasional memiliki dua masukan dan satu keluaran serta memiliki penguatan DC yang tinggi. Untuk dapat bekerja dengan baik, penguat operasional memerlukan tegangan catu yang simetris yaitu tegangan yang berharga positif (+V) dan tegangan yang berharga negatif (-V) terhadap tanah (*ground*). Simbol dari penguat operasional ditunjukkan dalam Gambar 2.1.

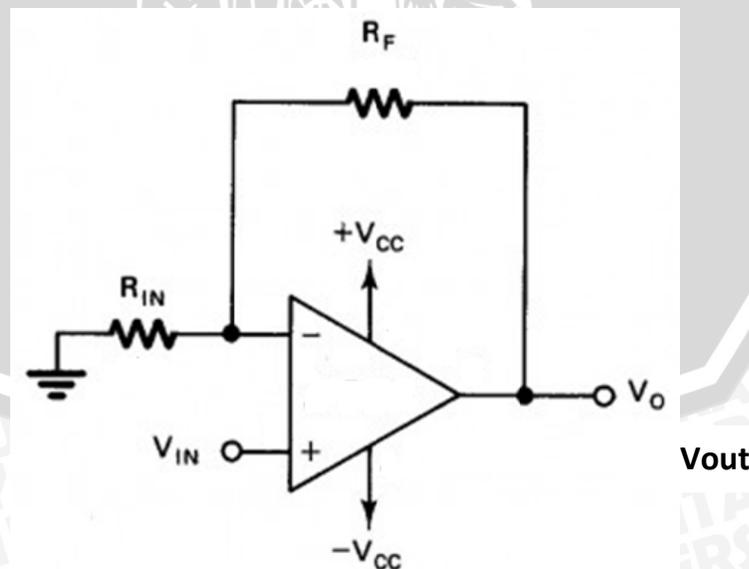


Gambar 2.1 Simbol Penguat Operasional

Dalam perancangan sistem otomatisasi pengkondisian suhu, pH, dan kejernihan air kolam pada pembudidayaan ikan patin ini menggunakan 2 macam penguat operasional, yaitu penguat tak membalik dan penguat penjumlah.

2.2.1 Penguat Tak Membalik

Penguat Tak-Membalik (Non-Inverting Amplifier) merupakan penguat sinyal dengan karakteristik dasar sinyal output yang dikuatkan memiliki fasa yang sama dengan sinyal input. Penguat tak-membalik (non-inverting amplifier) dapat dibangun menggunakan penguat operasional, karena penguat operasional memang didesain untuk penguat sinyal baik membalik ataupun tak membalik. Rangkaian penguat tak-membalik ini dapat digunakan untuk memperkuat isyarat AC maupun DC dengan keluaran yang tetap sefase dengan sinyal inputnya. Impedansi masukan dari rangkaian penguat tak-membalik (non-inverting amplifier) berharga sangat tinggi dengan nilai impedansi sekitar 100 MOhm. Rangkaian penguat tak membalik ditunjukkan dalam Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Rangkaian Penguat Tak Membalik

Rangkaian diatas merupakan salah satu contoh penguat tak-membalik menggunakan sumber tegangan DC simetris. Dengan sinyal input yang diberikan pada terminal input non-inverting, maka besarnya penguatan tegangan rangkaian penguat tak membalik diatas tergantung pada harga Rin dan Rf yang dipasang. Besarnya penguatan tegangan output dari rangkaian penguat tak membalik diatas dapat dituliskan dalam persamaan matematis sebagai berikut:

$$A_v = \left(\frac{R_f}{R_{in}} \right) + 1$$

Apabila besarnya nilai resistor Rf dan Rin rangkaian penguat tak membalik diatas sama-sama 10KOhm maka besarnya penguatan tegangan dari rangkaian penguat diatas dapat dihitung secara matematis sebagai berikut:

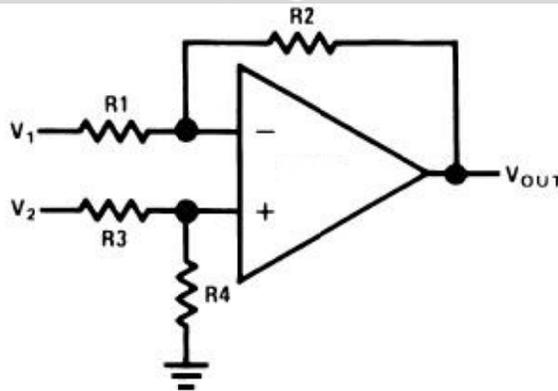
$$A_v = \left(\frac{10K}{10K} \right) + 1 = 2kali$$

Jadi tegangan keluarannya dapat dihitung dengan cara:

$$V_{out} = \left(\frac{R_f}{R_{in}} + 1 \right) V_{in} \dots\dots\dots(2.1)$$

2.2.2 Penguat Differensial

Penguat diferensial dengan menggunakan Op-Amp menghasilkan tegangan output yang merupakan selisih dari masing-masing penguatan pada input terminal positif dan negatifnya dengan kata lain besar penguatan penguat diferensial merupakan selisih antara nilai penguatan penguat tidak membalik dengan penguat membalik. Rangkaian penguat penjumlah ditunjukkan dalam Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Rangkaian Penguat Differensial

Dimana :

$$R_2 = R_4; R_1 = R_3$$

Besarnya tegangan keluaran Vout pada gambar diatas adalah:

$$V_{out} = \left(\frac{R_2}{R_1}\right) (V_2 - V_1)$$

Apabila besarnya nilai resistor R₂ dan R₁ rangkaian penguat differensial diatas semua sama, maka besarnya penguatan tegangan dari rangkaian penguat diatas dapat dihitung secara matematis sebagai berikut:

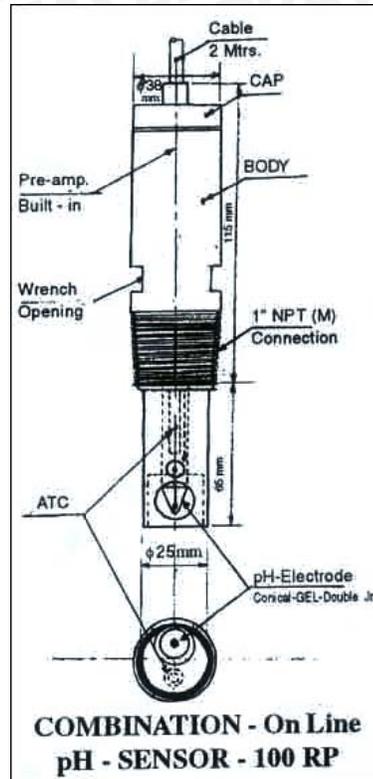
$$V_{out} = (V_2 - V_1) \dots \dots \dots (2.2)$$

2.3 Sensor

Sensor adalah sesuatu yang digunakan untuk mendeteksi adanya perubahan lingkungan fisik atau kimia. Variabel keluaran dari sensor yang diubah menjadi besaran listrik disebut Transduser. Ada 4 macam sensor yang digunakan dalam sistem ini, yaitu sensor pH, sensor suhu, sensor LDR, dan sensor batas air.

2.3.1 Sensor Keasaman (pH)

Sel untuk mengukur pH dengan elektrode kaca tersusun dari suatu membran kaca tipis yang melekat erat pada tabung berisi suatu elektrode pembanding dalam, biasanya adalah elektrode perak-perak klorida, yang diujungnya ditempatkan kawat perak sebagai elektroda pembanding. Tabung dibenamkan dalam larutan yang pH-nya akan diukur beserta dengan tabung elektroda kalomel, yang keduanya dihubungkan ke pH meter. Gambar 2.4 menunjukkan sensor pH electrode.



Gambar 2.4. Elektroda Kaca untuk Pengukuran pH
(sumber: Fundamentals of Analytical Chemistry)

Dibandingkan dengan elektrode indikator lain, elektrode kaca memiliki beberapa keunggulan. Pertama, tidak ada zat asing yang ditambahkan ke dalam larutan yang pH-nya akan diukur. Kedua, zat-zat yang mudah dioksidasi atau direduksi dapat berada dalam larutan tanpa mengganggu. Ketiga, karena potensial tidak bergantung pada ukuran fisik elektrode, maka elektrode dapat dibuat sangat kecil sehingga dapat digunakan untuk mengukur larutan dengan volume yang kecil. Selain itu, tidak ada permukaan katalitik yang mudah terkotori seperti pada elektrode hidrogen, dan cocok untuk pengukuran berulang.

Pada proses penetapan pH suatu larutan secara potensiometri perlu dilakukan terlebih dahulu kalibrasi elektrode indikator. Metode kalibrasi elektrode indikator ini dilakukan sebelum analisis potensiometri dilakukan untuk memberikan beberapa keuntungan seperti kesederhanaan, kecepatan dan keaplikatifan dalam penentuan nilai pH. Karena elektrode kaca ini spesifik untuk ion H^+ , maka elektrode ini digunakan untuk mengukur pH, namun kurang cocok apabila digunakan untuk analisis kandungan

ion logam. Maka dalam penentuan kandungan ion logam perlu digunakan elektrode indikator membran jenis lain yaitu elektroda selektif-ion.

Sistem pengukuran pH dalam alat ini mengadopsi sistem yang mirip dengan *ANFIS (Adaptif Neurofuzzy Interference System)*, namun lebih disederhanakan. Keasaman (pH) merupakan potensi hidrogen atau bisa dikatakan sebagai tingkat keasaman atau kebasaaan suatu zat. Semakin banyak kandungan hidrogen suatu senyawa, maka akan semakin asam senyawa tersebut.

Prinsip pengukuran pH pada suatu zat berdasarkan pada persamaan yang lazim digunakan di bidang kimia, yakni: $\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$. Suatu senyawa dikatakan asam apabila jumlah ion H^+ lebih besar dari ion OH^- demikian juga sebaliknya, dikatakan basa jika jumlah OH^- lebih besar dari jumlah H^+ .

Pengukuran dimulai sejak catu daya diaktifkan, dan pengukuran akan terus-menerus secara berulang sensor mengirimkan sinyal informasi ke dalam mikrokontroler untuk diproses. Sistem pengukuran pH nya dimulai dari sensor pH menangkap sinyal pada air kolam, kemudian dikuatkan oleh rangkaian pengkondisi sinyal. Keluaran dari rangkaian pengkondisi sinyal masuk ke dalam mikrokontroler untuk diproses.

2.3.2 Sensor Suhu

Sensor suhu LM35 adalah komponen elektronika yang memiliki fungsi untuk mengubah besaran suhu menjadi besaran listrik dalam bentuk tegangan. Sensor Suhu LM35 yang dipakai dalam penelitian ini berupa komponen elektronika elektronika yang diproduksi oleh National Semiconductor. LM35 memiliki keakuratan tinggi dan kemudahan perancangan jika dibandingkan dengan sensor suhu yang lain, LM35 juga mempunyai keluaran impedansi yang rendah dan linieritas yang tinggi sehingga dapat dengan mudah dihubungkan dengan rangkaian kendali khusus serta tidak memerlukan penyetelan lanjutan.

Meskipun tegangan sensor ini dapat mencapai 30 volt akan tetapi yang diberikan kesensor adalah sebesar 5 volt, sehingga dapat digunakan dengan catu daya tunggal dengan ketentuan bahwa LM35 hanya membutuhkan arus sebesar $60 \mu\text{A}$ hal ini berarti LM35 mempunyai kemampuan menghasilkan panas (self-heating) dari sensor yang dapat menyebabkan kesalahan pembacaan yang rendah yaitu kurang dari $0,5 \text{ }^\circ\text{C}$ pada suhu $25 \text{ }^\circ\text{C}$. Gambar 2.5 menunjukkan sensor suhu LM35.

suhu permukaan dapat dideteksi oleh sensor LM35 sama dengan suhu disekitarnya, jika suhu udara disekitarnya jauh lebih tinggi atau jauh lebih rendah dari suhu permukaan, maka LM35 berada pada suhu permukaan dan suhu udara disekitarnya .

Jarak yang jauh diperlukan penghubung yang tidak terpengaruh oleh interferensi dari luar, dengan demikian digunakan kabel selubung yang ditanahkan sehingga dapat bertindak sebagai suatu antenna penerima dan simpangan didalamnya, juga dapat bertindak sebagai perata arus yang mengkoreksi pada kasus yang sedemikian, dengan menggunakan metodebypass kapasitor dari Vin untuk ditanahkan.

Berikut ini adalah karakteristik dari sensor LM35:

- 1) Memiliki sensitivitas suhu, dengan faktor skala linier antara tegangan dan suhu 10 mVolt/°C, sehingga dapat dikalibrasi langsung dalam celcius.
- 2) Memiliki ketepatan atau akurasi kalibrasi yaitu 0,5°C pada suhu 25 °C seperti terlihat dalam Gambar 2.5.
- 3) Memiliki jangkauan maksimal operasi suhu antara -55 °C sampai +150 °C.
- 4) Bekerja pada tegangan 4 sampai 30 volt.
- 5) Memiliki arus rendah yaitu kurang dari 60 µA.
- 6) Memiliki pemanasan sendiri yang rendah (low-heating) yaitu kurang dari 0,1 °C pada udara diam.
- 7) Memiliki impedansi keluaran yang rendah yaitu 0,1 W untuk beban 1 mA.
- 8) Memiliki ketidaklinieran hanya sekitar $\pm \frac{1}{4}$ °C.

Sensor LM35 mengkonversi suhu atau temperatur menjadi tegangan yang dikuatkan melalui op amp, output dari penguatan di masukan kedalam MCU ke ADC untuk dikonversi menjadi bilangan biner.

Mula-mula Vcc sebesar 12V digunakan untuk menghidupkan sensor LM35 yang akan mendeteksi suhu. Keluaran sensor ini akan naik sebesar 10 mV setiap derajat celcius sehingga diperoleh persamaan sebagai berikut :

$$V_{LM35} = \text{Suhu} \times 10\text{mV} \dots \dots \dots (2.3)$$

Secara prinsip sensor akan melakukan penginderaan pada saat perubahan suhu setiap suhu 1 °C akan menunjukkan tegangan sebesar 10 mV. Pada penempatannya LM35 dapat ditempelkan dengan perekat atau dapat pula disemen pada permukaan akan tetapi suhunya akan sedikit berkurang sekitar 0,01 °C karena terserap pada suhu permukaan tersebut.

Pengukuran dimulai sejak catu daya dinyalakan dan akan terus-menerus secara berulang sensor mengirimkan sinyal informasi ke dalam mikroprosesor untuk diproses lebih lanjut.

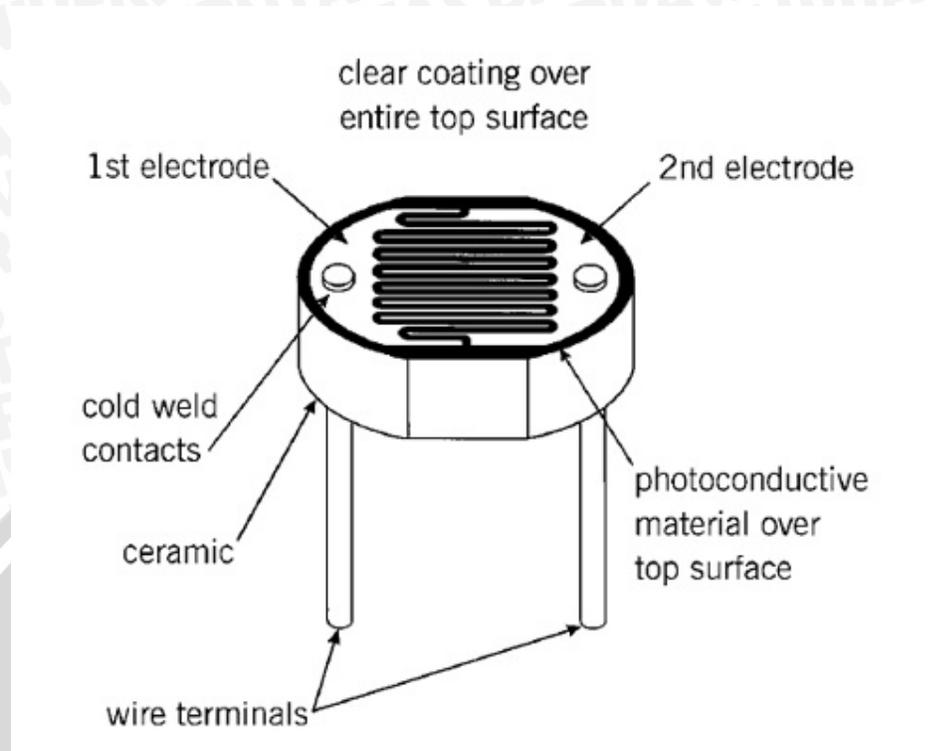
2.3.3 Sensor Kejernihan Air

Kekeruhan adalah pengukuran jumlah bahan tersuspensi dalam kolom air. Bahan-bahan tersuspensi termasuk lanau, lempung dan pasir (sedimen), komunitas fitoplankton dan detritus (pembusukan bahan organik). Bahan-bahan tersuspensi secara bersama disebut sebagai total padatan tersuspensi, atau TSS. Secara sederhana kekeruhan adalah pengukuran kejernihan air, dimana kekeruhan meningkat berkorelasi dengan kejelasan menurun.

Kejernihan air perlu diamati karena merupakan indikasi seberapa dalam cahaya mampu melakukan penetrasi ke dalam badan air. Banyak cahaya memengaruhi kehidupan biota fotosintetik, seperti fitoplankton. Produktivitas primer dari perairan juga dipengaruhi oleh transparansi badan air. Aktivitas biota fotosintetik dan produktivitas primer akan naik bila nilai transparansi semakin besar.

Kejernihan air dapat diketahui dengan alat yang dinamakan dengan Secchi disk. Secchi disk merupakan alat berbentuk lempengan bulat dengan kombinasi warna hitam putih. Kejernihan warna hitam putih saat dimasukkan ke dalam air menjadi nilai transparansi badan air dengan satuan NTU (Nephelo Turbidity Unit).

Dalam pengukuran turbiditas (kejernihan air) pada sistem, digunakan sebuah rangkaian sensor LDR. Sensor LDR (*Light Dependent Resistor*) adalah salah satu jenis resistor yang dapat mengalami perubahan resistansinya apabila mengalami perubahan penerimaan cahaya. Besarnya nilai resistansi pada sensor LDR tergantung pada besar kecilnya cahaya yang diterima oleh LDR itu. Resistansi LDR pada tempat gelap biasanya mencapai $10M\Omega$, dan ditempat terang mempunyai resistansi yang turun menjadi sekitar 150Ω . Pemasangannya sama persis seperti resistor biasa. Gambar 2.6 menunjukkan sensor cahaya LDR.



Gambar 2.6 Sensor Cahaya LDR

sumber: <http://xsensor232.blogspot.com/2011/05/sensor-cahaya.html>

Pengukuran kejernihan dalam alat ini dengan cara memasang sensor LDR didalam air yang ditembak sinar laser atau LED terfokus dari atas dan ditutup dengan sebuah pipa atau penutup yang akan menghindarkan pendeteksian dari gelombang atau guncangan air berlebih. Selain itu, sistem ini dijauhkan dari cahaya luar agar cahaya yang ditangkap LDR hanya dari cahaya sinar laser.

Intensitas cahaya yang ditangkap LDR dari tembakan sinar laser akan dikalibrasi dengan cara mengeruhkan air sedikit demi sedikit hingga batas yang kita inginkan (dalam sistem ini kekeruhan hingga 128 NTU), kemudian diatas batas itu air dikatakan keruh. Pengkalibrasian ini diatur dalam perangkat lunak.

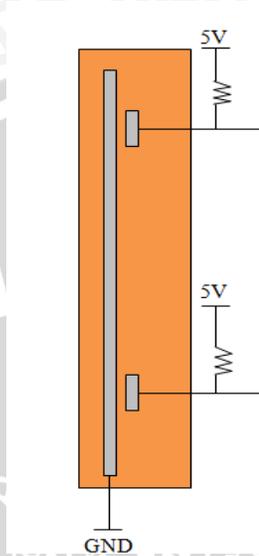
Pengukuran dilakukan sejak pertama kali catu daya dinyalakan. LDR akan secara berulang dan terus menerus mengirimkan sinyal informasi ke dalam mikroprosesor untuk diproses.

2.3.4 Sensor Batas Air

Sensor ini bekerja seperti switch pada sebuah rangkaian pembagi tegangan. Sensor ini dibuat pada papan PCB dengan jalur elektrik. Rancangan ini hanya mengacu

pada logika tinggi dan logika rendah dari Vcc. Gambar 2.7 menunjukkan rancangan sensor batas air.

Basah	Low
Kering	High



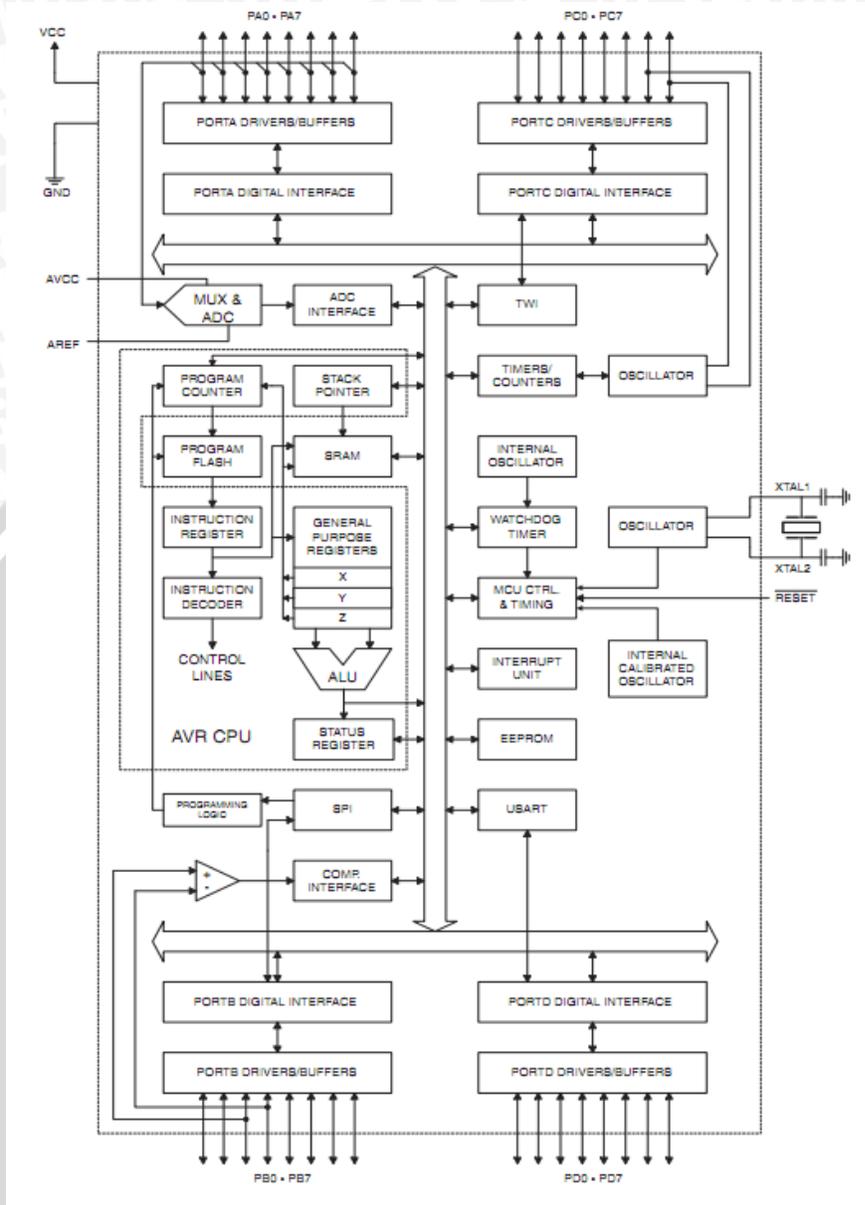
Gambar 2.7 Sensor batas air

2.4 Mikrokontroler ATmega32

Mikrokontroler yang dipilih adalah ATmega32 karena *clock* kerjanya tinggi sampai 16 MHz, ukuran flash memorinya cukup besar, kapasistas SRAM sebesar 2 KiloByte, 32 buah port I/O yang sangat memadai untuk berinteraksi dengan LCD dan keypad.

2.4.1 Arsitektur CPU ATmega32

Fungsi utama CPU adalah memastikan pengeksekusian instruksi dilakukan dengan benar. Oleh karena itu CPU harus dapat mengakses memori, melakukan kalkulasi, mengontrol peripheral, dan menangani interupsi. Gambar 2.8 menunjukkan blok diagram mikrokontroler ATmega32.

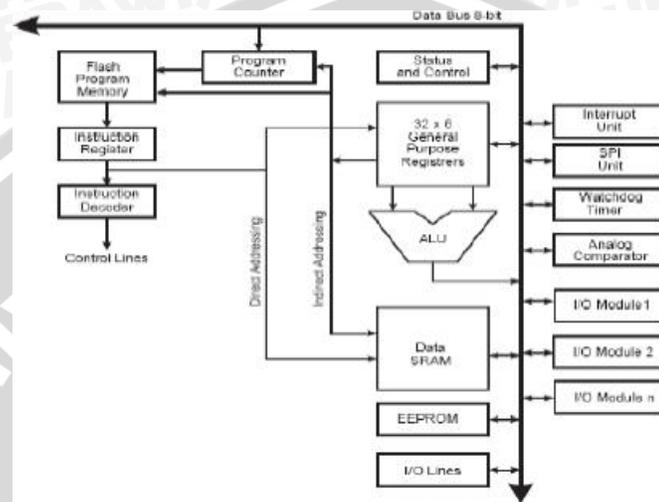


Gambar 2.8 Diagram Blok ATmega32

Sumber: Atmel, 2009: 2

Ada 32 buah General Purpose Register yang membantu ALU bekerja. Untuk operasi aritmatika dan logika, operand berasal dari dua buah general register dan hasil operasi ditulis kembali ke register. Status and Control berfungsi untuk menyimpan instruksi aritmatika yang baru saja dieksekusi. Informasi ini berguna untuk mengubah alur program saat mengeksekusi operasi kondisional. Instruksi di jempit dari flash memory. Setiap byte flash memory memiliki alamat masing-masing. Alamat instruksi yang akan dieksekusi senantiasa disimpan Program Counter. Ketika terjadi interupsi

atau pemanggilan rutin biasa, alamat di Program Counter disimpan terlebih dahulu di stack. Alamat interupsi atau rutin kemudian ditulis ke Program Counter, instruksi kemudian dijemput dan dieksekusi. Ketika CPU telah selesai mengeksekusi rutin interupsi atau rutin biasa, alamat yang ada di stack dibaca dan ditulis kembali ke Program Counter. Gambar 2.9 menunjukkan arsitektur CPU ATmega32.



Gambar 2.9 Arsitektur CPU ATmega32

Sumber: Atmel, 2009: 2

2.4.2 Program Memori

ATmega32 memiliki 32 KiloByte flash memori untuk menyimpan program. Karena lebar intruksi 16 bit atau 32 bit maka flash memori dibuat berukuran 16K x 16. Artinya ada 16K alamat di flash memori yang bisa dipakai dimulai dari alamat 0 heksa sampai alamat 3FFF heksa dan setiap alamatnya menyimpan 16 bit instruksi.

2.4.3 SRAM Data Memori

ATmega32 memiliki 2 KiloByte SRAM. Memori ini dipakai untuk menyimpan variabel. Tempat khusus di SRAM yang senantiasa ditunjuk register SP disebut stack. Stack berfungsi untuk menyimpan nilai yang dipush.

2.4.4 EEPROM Data Memori

ATmega32 memiliki 1024 byte data EEPROM. Data di EEPROM tidak akan hilang walaupun catuan daya ke sistem mati. Parameter sistem yang penting disimpan di

EEPROM. Saat sistem pertama kali menyala paramater tersebut dibaca dan system diinisialisasi sesuai dengan nilai parameter tersebut.

2.4.5 Interupsi

Sumber interupsi ATmega32 ada 21 buah. Saat interupsi diaktifkan dan interupsi terjadi maka CPU menunda instruksi sekarang dan melompat ke alamat rutin interupsi yang terjadi. Setelah selesai mengeksekusi intruksi-intruksi yang ada di alamat rutin interupsi CPU kembali melanjutkan instruksi yang sempat tertunda. Tabel 2.1 hanya menunjukkan 10 buah interupsi pertama.

Tabel 2.1 Interupsi ATmega32

Vector No.	Program Address ⁽²⁾	Source	Interrupt Definition
1	\$000 ⁽¹⁾	RESET	External Pin, Power-on Reset, Brown-out Reset, Watchdog Reset, and JTAG AVR Reset
2	\$002	INT0	External Interrupt Request 0
3	\$004	INT1	External Interrupt Request 1
4	\$006	INT2	External Interrupt Request 2
5	\$008	TIMER2 COMP	Timer/Counter2 Compare Match
6	\$00A	TIMER2 OVF	Timer/Counter2 Overflow
7	\$00C	TIMER1 CAPT	Timer/Counter1 Capture Event
8	\$00E	TIMER1 COMPA	Timer/Counter1 Compare Match A
9	\$010	TIMER1 COMPB	Timer/Counter1 Compare Match B
10	\$012	TIMER1 OVF	Timer/Counter1 Overflow

2.4.6 I/O Port

ATmega32 memiliki 32 buah pin I/O. Melalui pin I/O inilah ATmega32 berinteraksi dengan sistem lain. Masing-masing pin I/O dapat dikonfigurasi tanpa mempengaruhi fungsi pin I/O yang lain. Setiap pin I/O memiliki tiga register yakni: DDxn, PORTxn, dan PINxn. Kombinasi nilai DDxn dan PORTxn menentukan arah pin I/O. Konfigurasi pin selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Pin I/O ATmega32

DDxn	PORTxn	PUD (in SFIOR)	I/O	Pull-up	Comment
0	0	X	Input	No	Tri-state (Hi-Z)
0	1	0	Input	Yes	Pxn will source current if ext. pulled low.
0	1	1	Input	No	Tri-state (Hi-Z)
1	0	X	Output	No	Output Low (Sink)
1	1	X	Output	No	Output High (Source)

2.4.7 Clear Timer on Compare Match (CTC)

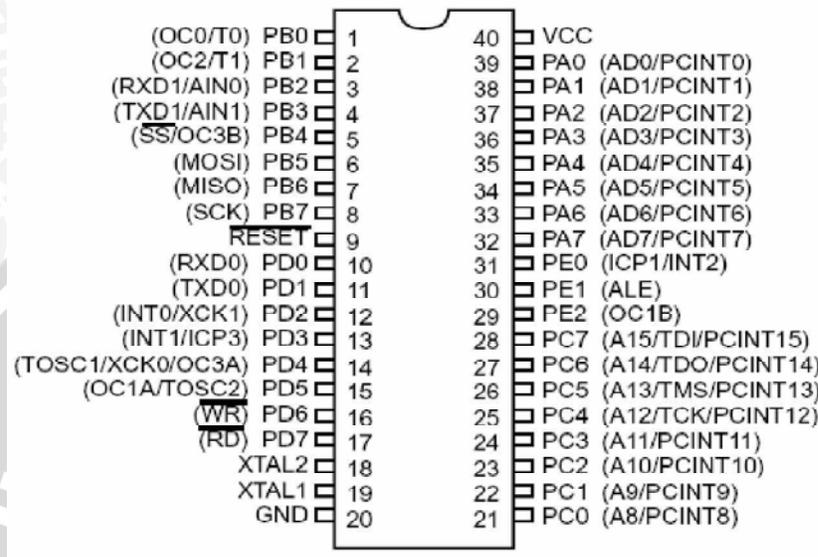
CTC adalah salah satu mode Timer/Counter1, selain itu ada Normal mode, Fast PWM mode, Phase Correct PWM mode. Pada CTC mode maka nilai TCNT1 menjadi nol jika nilai TCNT1 telah sama dengan OCR1A atau ICR1. Jika nilai *top* ditentukan OCR1A dan interupsi diaktifkan untuk Compare Match A maka saat nilai TCNT1 sama dengan nilai OCR1A interupsi terjadi. CPU melayani interupsi ini dan nilai TCNT1 menjadi nol.

2.4.8 Karakteristik ATmega32

AVR Atmega32 merupakan sebuah mikrokontroler low power CMOS 8 bit berdasarkan arsitektur AVR RISC. Konfigurasi pin ATmega 32 ditunjukkan dalam Gambar 2.10. Mikrokontroler ini memiliki karakteristik sebagai berikut:

- Menggunakan arsitektur AVR RISC
 - Satu clock cycle dengan 131 perintah
 - Register umum 32 x 8
- Data dan program memori
 - In-System Programmable Flash32 Kb
 - SRAM2 Kb
 - In- System EEPROM1 Kb
- 8 Channel 10-bit ADC
- Two Wire Interface
- USART Serial Communication
- Master/Slave SPI Serial Interface
- On-Chip Oscillator

- Watch-dog Timer
- Bi-directional I/O32
- Tegangan operasi 2,7 – 5,5 V



Gambar 2.10 Pin-Pin pada ATmega32 dengan Kemasan 40-Pin DIP
(Dual In-Line Package)

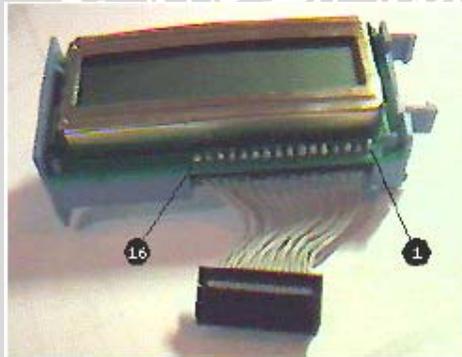
Sumber: Atmel, 2009: 2

2.5 LCD 16X2

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah suatu jenis media tampilan yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD sudah digunakan di berbagai bidang, misalnya dalam alat-alat elektronik, seperti televisi, kalkulator ataupun layar komputer. Pada LCD berwarna semacam monitor, terdapat banyak sekali titik cahaya (pixel) yang terdiri dari satu buah kristal cair sebagai suatu titik cahaya. Walaupun disebut sebagai titik cahaya, namun kristal cair ini tidak memancarkan cahaya sendiri. Deskripsi pin LCD 16×2 ditunjukkan dalam Tabel 2.3. Dan LCD 16×2 ditunjukkan dalam Gambar 2.11.

Tabel 2.3. Tabel deskripsi pin LCD

No	Nama Pin	Deskripsi
1	VCC	5V
2	GND	0V
3	VEE	Tegangan Kontras LCD
4	RS	Register Select
5	R/W	1=Read, 0=Write
6	E	Enable Clock LCD
7	D0	Data Bus 0
8	D1	Data Bus 1
9	D2	Data Bus 2
10	D3	Data Bus 3
11	D4	Data Bus 4
12	D5	Data Bus 5
13	D6	Data Bus 6
14	D7	Data Bus 7
15	Anoda	Tegangan Positif Backlight
16	Katoda	Tegangan Negatif Backlight



Gambar 2.11 LCD 16X2

Sumber: delta-elektronik.com, 2008

2.6 Solenoid Valve

Solenoid valve adalah katup yang digerakkan oleh energi listrik, mempunyai kumparan sebagai penggerak yang berfungsi untuk menggerakkan piston yang dapat digerakkan oleh arus AC maupun DC, solenoid valve atau katup (*valve*) solenoida mempunyai lubang keluaran, lubang masukan dan lubang exhaust, lubang masukan, berfungsi sebagai terminal/tempat cairan masuk atau *supply*, lalu lubang keluaran, berfungsi sebagai terminal atau tempat cairan keluar yang dihubungkan ke beban, sedangkan lubang *exhaust*, berfungsi sebagai saluran untuk mengeluarkan cairan yang terjebak saat piston bergerak atau pindah posisi ketika solenoid valve bekerja.

Prinsip kerja solenoid valve/katup (*valve*) solenoida yaitu katup listrik yang mempunyai koil sebagai penggeraknya dimana ketika koil mendapat *supply* tegangan maka koil tersebut akan berubah menjadi medan magnet sehingga menggerakkan piston pada bagian dalamnya ketika piston berpindah posisi maka pada lubang keluaran dari solenoid valve akan keluar cairan yang berasal dari *supply*, pada umumnya solenoid valve mempunyai tegangan kerja 110/220 VAC namun ada juga yang mempunyai tegangan kerja DC. Gambar 2.12 menunjukkan modul solenoid valve.



Gambar 2.12 Solenoid Valve

Sumber: delta-elektronik.com, 2008

2.7 Heater

Ada berbagai macam heater yang dapat digunakan dalam kolam, tergantung ukuran dan jenis kolam itu sendiri. Heater berfungsi memberikan kestabilan suhu pada ikan. Perpindahan suhu yang signifikan dan suhu yang terlalu ekstrim seperti suhu dingin di daerah dataran tinggi sangat mempengaruhi kesehatan ikan tersebut, khususnya dalam hal ini ikan patin. Gambar 2.13 menunjukkan modul heater air.



Gambar 2.13 Heater Air Kolam

Sumber:delta-elektronik.com, 2008

2.8 Relay

Relay adalah suatu peranti yang menggunakan elektromagnet untuk mengoperasikan seperangkat kontak sakelar. Susunan paling sederhana terdiri dari kumparan kawat penghantar yang dililit pada inti besi. Bila kumparan ini dienergikan, medan magnet yang terbentuk menarik armatur berporos yang digunakan sebagai pengungkit mekanisme sakelar. Pada perancangan kali ini relay digunakan untuk pensaklaran keluaran pada tegangan jala-jala PLN 220V. Gambar 2.14 menunjukkan modul relay.



Gambar 2.14 Relay

Sumber:delta-elektronik.com, 2008

