

BAB II

DASAR TEORI

Penetasan merupakan proses perkembangan embrio di dalam telur sampai telur pecah menghasilkan anak ayam. Penetasan dapat dilakukan secara alami oleh induk ayam atau secara buatan menggunakan mesin tetas.

Bagi beberapa spesies, penetasan secara alami merupakan cara penetasan paling efisien. Namun bagi ayam, bebek, dan itik, cara penetasan buatan lebih menguntungkan untuk tujuan ekonomis. Seekor ayam pedaging dapat menghasilkan 150 anak pertahun dengan bobot 300 kilogram pada saat dipasarkan. Potensi genetis ini tidak akan tercapai tanpa menggunakan teknologi penetas buatan.

Keberhasilan penetas buatan tergantung banyak faktor. Antara lain: telur tetas, mesin tetas, dan tata laksana penetasan.

A. Telur Tetas

Telur tetas merupakan telur *fertil* atau dibuahi, dihasilkan dari peternakan ayam, itik atau bebek pembibit, bukan dari peternakan petelur komersil yang digunakan untuk ditetaskan. Dengan demikian, maka yang menjadi faktor kunci bagi keberhasilan penetasan buatan adalah produksi telur tetas. Harus cukup tersedia telur tetas yang baik kualitasnya. Oleh karena itu, *breeder farm* merupakan faktor kunci dalam rangka menghasilkan telur tetas yang berkualitas, baik untuk menghasilkan anak ayam, itik, bebek sebagai bibit pedaging maupun petelur.

Breeder farm harus mampu melaksanakan pemeliharaan pembibitan (*breeder*) untuk menghasilkan telur tetas yang sesuai karakteristik jenis ayam, itik, bebek yang dihasilkan. Ayam, itik, bebek pembibit harus terbebas dari penyakit, kecukupan nutrisi pakan, untuk menyediakan lingkungan dalam kandang yang nyaman untuk terjaminnya perkawinan bagi ayam, itik atau bebek pembibit.

Telur tetas yang digunakan harus berkualitas baik, yaitu memiliki *fertilasi* yang tinggi dan daya tetas yang tinggi pula. Tidak semua telur tetas memiliki kualitas yang sama.

Fertilitas adalah persentase telur yang *fertil* dari seluruh telur-telur yang digunakan dalam satu penetasan. Faktor yang menentukan penetasan antara lain: (1) *Nisbah kelamin* atau *sex ratio*, yaitu perbandingan ayam, itik, bebek jantan dan betina dalam suatu pemeliharaan ayam, itik, bebek dalam suatu pembibitan (2) Umur, ayam, itik atau bebek tua memiliki *fertilitas* yang rendah (3) Lama waktu ayam, itik atau bebek mulai kawin sampai telur dikumpulkan untuk ditetaskan. Semakin lama jarak waktu antara perkawinan dengan telur yang digunakan sebagai telur tetas semakin rendah (4) Pakan, dan (5) Musim.

Faktor penanganan *sex ratio* atau nisbah kelamin merupakan salah satu faktor yang serius pada pemeliharaan ayam, itik, bebek pembibitan. Penggunaan nisbah jantan betina yang terlalu padat, yaitu terlalu banyak pejantan, berakibat pada meningkatnya stres pada ayam, itik, atau bebek karena meningkatnya kegaduhan akibat terjadinya persaingan antar pejantan dalam memperoleh pasangannya. Hal ini akan berdampak buruk terhadap produksi telur, tetapi *fertilitas* telur dapat meningkat. Namun demikian, hal ini secara ekonomis tidak

menguntungkan. Demikian pula bila terjadi nisbah kelamin yang terlalu renggang, yaitu pejantan terlalu sedikit, maka walaupun produksi telur tinggi, tetapi *fertilitasnya* rendah. Sebagai pedoman *sex ratio* untuk ayam, itik, atau bebek pembibitan disajikan pada table 1.1

Umur ayam, itik, atau bebek sangat berpengaruh terhadap *fertilitas*. Penelitian menunjukkan bahwa dengan bertambahnya umur, akan mengakibatkan telur menurun. Selain itu, juga berdampak pada menurunnya *fertilitas*. Telur tetas yang digunakan dalam penetasan harus berasal dari indukan yang masih produktif, yaitu untuk tipe petelur umur 24-70 minggu dan untuk tipe pedaging antara 26-60 minggu. Telur yang berasal dari ayam, itiki, atau bebek yang bertelur terlalu muda tidak baik ditetaskan karena akan menghasilkan anakan yang berkualitas rendah. Hal ini diakibatkan kondisi kualitas telur yang belum stabil pada saat awal peneluran.

Bangsa atau tipe ayam, itik, atau bebek berpengaruh terhadap *fertilitas*. Tipe petelur atau ringan memiliki *fertilitas* lebih baik dari pada tipe berat. Rendahnya *fertilitas* pada ayam, itik, atau bebek tipe besar dikarenakan rendahnya frekuensi perkawinan. Hal ini disebabkan ayam yang terlalu besar atau gemuk selalu mengalami kesulitan dalam melakukan perkawinan sehingga *libidonya* rendah. Oleh karena itu, pada manajemen pemeliharaan harus dikontrol supaya jangan terlalu gemuk, terutama pejantannya.

Musim dapat mempengaruhi *fertilitas* telur. Pada musim tertentu, misalnya panas akan mengakibatkan ayam, itik, atau bebek mengalami stress panas maka *libidonya* akan menurun sehingga *fertilitas* telur yang dihasilkan menjadi rendah

Oleh karena itu, diperlukan temperature yang optimal untuk pemeliharaan ayam, itik, atau bebek pembibit agar telur yang dihasilkan memiliki *fertilitas* tinggi.

Perkandangan untuk pemeliharaan ayam, itik, atau bebek pembibitan harus memiliki kemampuan penyediaan lingkungan yang nyaman bagi ayam, itik, atau bebek untuk melangsungkan perkawinan sehingga *libidonya* meningkat. Kandang yang menggunakan lantai yang kasar, keras, atau mempersulit berlangsungnya perkawinan akan menghasilkan *fertilitas* yang rendah. Semakin sulit ayam, itik, atau bebek melakukan perkawinan maka harus ditambah pejantan untuk meningkatkan *fertilitas*.

Imbangan jantan betina yang optimal untuk pemeliharaan ayam, itik, atau bebek pembibit tipe petelur pada kandang lantai *litter* yaitu 6-7 ekor pejantan per 100 ekor betina. Sementara untuk ayam, itik, atau bebek pembibit tipe pedaging berkisar 7-9 ekor pejantan per 100 ekor betina.

Banyak sedikitnya telur yang *fertile* atau *fertilitas* dihitung dengan cara membandingkan jumlah telur yang *fertile* dengan seluruh jumlah telur yang digunakan pada suatu penetasan dikalikan 100%

$$\text{fertilitas} = \frac{\text{jumlah telur yang fertil}}{\text{jumlah telur yang ditetaskan}} \times 100\%$$

Banyaknya faktor yang menentukan *fertilitas*, antara lain *sex ratio*, umur ayam, bangsa ayam, dan musim. Tabel 2.1 menyajikan pedoman nisbah jantan betina untuk memperoleh *fertilitas* yang tinggi dari berbagai jenis unggas

Tabel 1.1 umur dewasa, produksi telur, nisbah jantan betina, dan *fertilitas* telur berbagai jenis unggas.

Karakteristik	Ayam	Itik	Bebek
Umur Dewasa Kelamin (minggu)	23	28-32	28-38
Produksi Telur (butir/tahun)	250-280	250-300	150-300
Nisbah Jantan Betina	1:5	1:6	1:6
Fertilitas (%)	88-96	85-95	85-96

Sumber : Juli (1974); Wilson dan Vahora (1980)

Untuk mengetahui telur pada suatu penetasan, dilakukan dengan cara meneropong telur pada suatu alat yang dilengkapi dengan sumber cahaya. Alat ini disebut *candler*. Namun, dalam penggunaan praktis; untuk mengetahui kualitas telur adalah daya tetas. Daya tetas memiliki dua pengertian yaitu: (1) Persentase telur yang menetas dari seluruh telur yang ditetaskan, pengertian ini banyak digunakan pada perusahaan penetasan (2) Persentase telur yang menetas dari telur yang *fertile*. Pengertian ini lebih tepat terutama bila pengamatan mengenai telur yang *fertile* akurat. Namun, bila tidak tepat karena kesulitan teknis, cara pertama lebih menguntungkan untuk menduga kualitas telur tetas.

B. Seleksi Telur Tetas

Seleksi telur merupakan suatu kegiatan yang dilakukan untuk memilih telur tetas yang memenuhi persyaratan untuk ditetaskan. Pada suatu penetasan hanya telur-telur tetas memenuhi persyaratan saja yang digunakan, sedangkan yang tidak memenuhi persyaratan tidak digunakan karena hanya akan

mengganggu jalannya penetasan, bahkan tidak jarang akan mengakibatkan kegagalan penetasan. Oleh karena itu, seleksi telur tetas ini merupakan aktifitas awal yang sangat menentukan keberhasilan penetasan. Telur tetas yang baik harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

1. Telur tetas harus berasal dari induk yang sehat dan produktivitasnya tinggi dengan *sex ratio* yang baik sesuai dengan rekomendasi untuk jenis ayam
2. Umur telur tidak boleh lebih dari satu minggu. Daya tetas akan menurun sejalan dengan bertambahnya umur telur
3. Kualitas fisik telur meliputi hal-hal berikut ini:
 - a. Bentuk telur harus normal, tidak terlalu lonjong atau bulat, ukuran panjang lebar berbanding 7 : 5
 - b. Berat atau besar telur dan warna telur harus seragam sesuai bangsa
 - c. Telur yang terlalu tipis atau terlalu porous akan mengakibatkan penguapan isi telur terlalu tinggi sehingga menurunkan daya tetas. Akan tetapi, telur yang terlalu tebal juga mengakibatkan daya tetas menurun karena anak ayam kesulitan memecahkan telur
 - d. Telur tetas yang baik permukaan kulitnya halus, tidak kotor, dan tidak rusak.

C. Penyimpanan Telur Tetas

Telur yang telah diseleksi dan memenuhi persyaratan untuk ditetaskan segera dimasukkan kedalam mesin tetas. Namun, bila terpaksa harus disimpan terlebih dahulu, penyimpanan harus benar dan di tempat yang memenuhi

persyaratan. Penyimpanan telur yang baik sebagai berikut: (1) Ruang tempat penyimpanan harus bersih, (2) Ruang tempat penyimpanan telur harus sejuk, temperature ruangan berkisar 18°C ,(3) Ruangan tempat penyimpanan telur tidak boleh terkena angin langsung, (4) Telur tetas tidak boleh disimpan terlalu lama maksimum hanya umur dua minggu, (5) Telur tersimpan dengan posisi ujung tumpul terletak posisi di ujung atas, apabila penyimpanan telur tetas lebih dari satu minggu perlu dilakukan pemutaran 90° dari posisi semula, dan (6) Tidak diperkenankan semua orang memegang telur tetas yang disimpan, terutama bila tangan dalam keadaan kotor.

Tabel 1.2. Pengaruh bentuk telur yang tidak normal terhadap daya tetas

Kondisi Telur	Daya Tunas (%)	Daya Tetas (%)	
		Dari Telur Tertunas	Dari Seluruh Telur yang ditunaskan
Telur normal	82,2	87,2	71,7
Telur retak	74,6	53,2	39,7
Telur berbentuk tidak normal	69,1	48,9	33,8
Krabang buruk	72,5	47,3	34,3
Tidak ada rongga udara	72,3	32,4	23,4
Rongga udara tidak normal	81,1	68,1	53,2
<i>Blod spot</i> besar	78,7	71,5	56,3

Tabel 1.3. Pengaruh Penyimpanan Telur terhadap Daya Tetas dan Keterlambatan Penetasan Telur Ayam

Lama Penyimpanan (Hari)	Daya Telur Tetas Fertil (%)	Lama Keterlambatan Penetasan (Jam)
1	88	0
4	87	0,7
7	79	1,8
10	68	3,2
13	56	4,6
16	44	46,3
19	30	8,0
22	26	9,7
25	0	11,8

Sumber : Nort dan Bell (1990)

D. Mesin Tetas

Alat tetas buatan yang dikenal hingga saat ini ada dua jenis, yaitu alat tetas konvensional dan mesin tetas. Alat tetas konvensional merupakan alat penetas yang menggunakan sumber panas dari matahari dengan penyimpan panas berupa sekam. Alat ini sudah dikenal sejak lama di tengah masyarakat. Konon, alat ini pertama kali digunakan oleh peternak di Bali yang kemudian penggunaannya mulai menyebar ke berbagai tempat. Teknologi pengoperasiannya sangat sederhana dan tidak sulit asalkan alat-alatnya dipersiapkan dengan matang. Umumnya penggunaan alat ini dikhususkan untuk penetasan telur itik.

Mesin tetas merupakan sebuah peti atau lemari dengan konstruksi yang dibuat sedemikian rupa sehingga panas di dalamnya tidak terbuang. Suhu di dalam ruangan mesin tetas dapat diatur sesuai ukuran derajat panas yang dibutuhkan selama periode penetasan. Prinsip kerja penetasan telur tetas ini sama

Kapasitas mesin tetas sangat tergantung pada ukuran peti atau kotak dan daya panas yang dibutuhkan. Mesin tetas yang banyak digunakan saat ini merupakan mesin tetas dengan system pemanas listrik, minyak tanah, atau kombinasi yang di dalam ruangnya terdapat udara panas.

1. Mesin Tetas Lampu Minyak

Mesin tetas ini lebih baik disbanding alat tetas konvensional yang hanya menggunakan tenaga sinar matahari. Kelemahan yang ada pada alat tetas matahari dan sekam tidak dijumpai pada mesin tetas lampu minyak. Tidak heran bila banyak orang lebih memilih mesin tetas ini.

Cara kerja mesin tetas ini diawali dengan pemanasan mesin dari lampu minyak. Perlu diperhatikan, semprong lampu minyak harus hampir seluruhnya masuk ke dalam pipa sehingga panas akan menyebar ke mesin. Panas tersebut akan menaikkan suhu udara dalam mesin tetas. Pada saat itu, pipa semprong tempat lampu minyak tersebut harus dalam keadaan tertutup. Demikian pula pintu mesin tetas harus tertutup. Thermometer diletakkan di bagian dalam mesin tetas dekat dengan pintu mesin. Setelah yakin suhu ruang dalam mesin tetas sudah naik akibat pemanasan tersebut, derajat suhu ruangan tersebut dapat dilihat pada penunjukan senter dari bagian luar mesin untuk menyorot thermometer.

Bila suhu sudah sesuai dengan yang ditentukan untuk penetasan telur unggas, termoregulator dapat diatur, yaitu dengan cara tutup pipa yang tersambung dengan tangkai termoregulator diangkat dan tombol pengaturnya diputar hingga maksimal. Artinya, setelah tombol diputar, kapsul harus mengenai pen setang termoregulator. Saat ini tutup pipa dalam keadaan terbuka maksimal

Selanjutnya biarkan lampu minyak tetap menyala. Walaupun menyala, biasanya panas tidak tersalurkan ke dalam mesin akibat tutup pipa dalam kondisi terbuka. Akibatnya, suhu mesin tetap berangsur akan turun dan akhirnya tutup pipa akan secara penuh menutupi pipa. Saat tertutup tersebut, suhu akan kembali naik akibat panas mulai menyebar ke dalam mesin. Biarkan suhu ruang mesin tetap tersebut harus diyakini benar-benar sudah sesuai yang diinginkan.

Pada mesin tetap lampu minyak, pembalikan telur dilakukan secara manual. Oleh karena itu, rak telur diusahakan dapat keluar masuk dengan mudah sehingga pembalikan telur dapat dilakukan dengan mudah.

2. Mesin Tetap Lampu Pijar

Mesin tetap lampu pijar ini masih lebih baik dibanding mesin tetap lampu minyak. Kelemahan-kelemahan yang ada pada mesin tetap lampu minyak diperkecil dengan dibuatnya mesin tetap ini. Bila biasanya pada mesin tetap lampu minyak harus selalu dilakukan pengontrolan terhadap kondisi minyak tanahnya. Pada mesin tetap, pengontrolan tersebut sudah tidak perlu dilakukan lagi. Hal ini disebabkan sumber panas yang digunakan pada mesin tetap ini bukan minyak tanah, melainkan lampu pijar. Selain itu, panas yang diterima oleh mesin tetap ini lebih stabil selama aliran listrik masih dihidupkan.

Cara kerja mesin ini lebih baik dibandingkan dengan mesin tetap lampu minyak, karena di dalamnya sudah dilengkapi alat pengatur suhu ruangan sehingga tidak lagi diperlukan pengontrolan suhu udara setiap saat. Panas yang dibebaskan di dalam mesin berasal dari arus listrik. Mula-mula mesin dihubungkan

ke sumbernya sehingga lampu pijar di dalam mesin akan menyala dan memberikan panas hingga mencapai suhu tertentu. Bila sudah berada pada suhu yang diinginkan, lampu akan mati dengan sendirinya. Hal ini terjadi karena dengan meningkatnya suhu udara maka larutan eter dalam kapsul akan mengembang. Mengembangnya kapsul tersebut akan mendorong tombola tau pen pada thermostat sehingga arus listrik tidak mengalir ke lampu pijar atau padam. Bila suhu udara dalam mesin mulai menurun, larutan eter dalam kapsul akan menyusut dan mengempiskan kapsul sehingga lambat laun kapsul akan mulai mengalir ke lampu pijar sehingga lampu pijar akan menyala. Proses ini terjadi selama udara panas masih ada di dalam ruang mesin tetas.

Pada prinsipnya, semua proses penetasan pada mesin tetas lampu pijar sama dengan proses penetasan dengan lampu minyak. Perbedaannya terletak pada cara pemanasan mesin dalam memperoleh suhu yang sesuai untuk penetasan. Sebelum dipanaskan, sekrup sebagai tombol pengatur termolegulator dikendorkan. Bila sudah mencapai suhu yang diinginkan, sekrup dikencangkan kembali sampai tombola tau pen thermostat tertekan oleh kapsul sehingga mengakibatkan lampu pijar padam.

Setelah yakin bahwa suhu udara dalam ruang mesin tetas sudah tepat, barulah kegiatan penetasan telur dilanjutkan. Mula-mula rak telur dimasukkan ke dalam mesin tetas dan dipanaskan hingga telur menetas

3. Temperatur Optimal untuk Perkembangan Embrio

Perkembangan embrio akan mengalami istirahat, tidak berkembang pada kondisi temperature tertentu. Temperatur tersebut adalah 75° F (23,6° C). Di atas temperatur tersebut, embrio akan berkembang.

Telur ayam akan menetas pada penetasana buatan (menggunakan mesin tetas) bila tersedia temperatur sekitar 95-105°F (35-40,5°C). Penelitian menunjukkan bahwa di antara temperatur tersebut terdapat temperatur optimal, di mana dihasilkan perkembangan embrio terbaik. Pada 19 hari pertama penetasan, temperatur optimal lebih tinggi disbanding dua hari terakhir penetasan.

Di atas dan di bawah temperatur optimal, perkembangan embrio terganggu, dihasilkan banyak anak ayam cacat dan daya tetas menurun. Temperatur meningkat di atas optimal mengakibatkan periode penetasan lebih singkat. Sebaliknya, temperatur penetasan yang lebih rendah mengakibatkan periode penetasan lebih panjang. Pada gambar 2.1 terlihat bahwa menurunnya temperatur dalam mesin tetas mengakibatkan periode penetasan yang semakin panjang dan lama. Temperatur yang menurun dari 103,5-96 F mengakibatkan periode penetasan menjadi lebih lama, dari 19 hari menjadi 23,5 hari.

Temperatur optimal untuk perkembangan embrio tidak sama untuk semua telur, tergantung pada banyak faktor. Antara lain: (1) Besar telur, (2) Kualitas
brebang (3) Genetika (4) Umur telur (5) Temperatur selama penetasan

Terdapat tiga temperatur optimal untuk perkembangan embrio, yaitu:

- a. Pada saat perkembangan embrio di dalam tubuh induk pada saat berlangsung pertumbuhan embrio di dalam tubuh induk, yaitu bermula dari terbentuknya *zygot* sampai telur dikeluarkan dalam tubuh, maka temperatur optimal adalah temperatur tubuh induk. Temperatur tubuh induk ayam berflukuasi berkisar 105-107°F (40,6-41,7°C).
- b. Pada saat perkembangan embrio selama 19 hari pertama penetasan. Temperatur optimal pada saat ini sangat bervariasi tergantung jenis mesin tetas, besar telur, dan jenis telur. Pada mesin tetas jenis *forced-draft*, temperatur yang ideal adalah 99,5°F (36,7°C) sedangkan jenis *still air* 1°F lebih tinggi.
- c. Perkembangan embrio pada saat 20-21 hari penetasan. Temperatur optimal untuk mesin tetas *forced-draft* lebih rendah dari pada 19 hari pertama 98-99°F (36,7-37,2°C).

Berdasarkan macam penetasannya, mesin tetas dibedakan menjadi dua macam. Yaitu system pemanas udara diam dan system pemanas udara mengalir.

Pada itik dan bebek tidak memiliki banyak perbedaan dalam teknis pengeraman dan temperaturnya, hanya saja lama pengeramannya yang berbeda karena ukuran dari telur yang tidak sama.

1. Sistem Pemanas Udara Diam (*Still Air Machines* atau *Flatt Machines*)

Mesin tetas system pemanas udara diam, memanaskan ruangan dalam mesin tetas dengan memancarkan atau mengalirkan panas (radiasi) dari sumber pemanas. Oleh karena itu, kemampuan mesin tetas sangat terbatas sehingga

kemampuan penetasan rendah. Mesin tetas ini hanya mampu menetasakan ratusan telur sehingga banyak digunakan untuk pembibitan skala rumah tangga.

2. Sistem Pemanas Udara Mengalir (*Forced Draught Machines* atau *Cabinet Machines*)

Cara untuk memanaskan ruangan dalam mesin tetas dengan mengalirkan udara pemanas dari sumber pemanas ke seluruh ruangan dengan bantuan kipas. Mesin tetas ini sangat praktis, karena segala sesuatunya telah diatur secara otomatis sehingga kemampuannya sangat besar dan dapat menampung ribuan telur.

3. Kegiatan Rutin selama Penetasan

Pemasukan telur ke dalam mesin tetas dilakukan pada pagi hari untuk memudahkan pengawasan kondisi mesin tetas pada awal penetasan, sebab pada awal pemasukan telur sering terjadi perubahan temperatur. Padahal periode awal amat kritis dan peka terhadap perubahan kondisi mesin tetas.

Sejak dimasukkan pada pagi hari sampai dengan tiga hari pertama, kegiatan rutin sebagai berikut: (1) Kontrol temperatur mesin, (2) Kontrol alat pemanas, dan (3) Pengontrolan tiga kali sehari pada pagi, siang, dan sore hari. Kegiatan pada hari ke empat sampai dua hari sampai telur menetas, adalah pemutaran/pembalikan telur.

Selama penetasan, telur harus diletakkan secara tepat dan dilakukan pemutaran secara teratur. Pada penetasan dengan mesin tetas, telur diletakkan

dengan ujung tumpul di atas, tidak berarti harus vertical. Akan tetapi, jika dilakukan horizontal seperti pada penetasan alami yang dilakukan induk ayam, telur akan tetap menetas. Secara alami, kepala ayam akan bergerak pada ujung tumpul dekat rongga udara, selama perkembangan embrio akan bergerak menuju bagian tumpul tersebut. Pada ayam, pemutaran tersebut selama minggu kedua penetasan. Hal ini akan mudah berlangsung bila bagian tumpul pada posisi lebih tinggi dari pada ujung runcing telur. Apabila telur diletakkan dengan bagian runcing lebih tinggi, maka 60% embrio yang berkembang dengan letak kepala pada bagian runcing. Hal ini mengakibatkan nak ayam pada saat menjelang menetas mengalami kesulitan untuk memecah rongga udara pada saat terjadi peralihan system pernafasan, yaitu pada saat pernafasan dengan jantung dimulai. Hal ini berdampak kepada menurunnya daya tetas sebesar 10%, dan ayam lemah meningkat 35-40%. Oleh karena itu, pada penetasan harus dipastikan ujung tumpul berada lebih tinggi daripada ujung runcing.

Pada penetasan alami, induk telur akan beberapa kali setiap hari dengan menggunakan paruhnya. Hal ini perlu pula dilakukan pada penetasan buatan dengan menggunakan mesin tetas. Pemutaran telur ini dimaksudkan agar embrio tetap berada pada posisinya pada bagian tengah telur. Untuk menghasilkan daya tetas tinggi, telur harus diputar 45° dari garis vertical.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemutaran telur setiap 15 menit, dapat meningkatkan daya tetas, tetapi tidak menguntungkan. Pada tabel di bawah dapat dilihat hubungan antara frekuensi pemutaran dan sudut peletakan telur

Tabel 2.4. Pengaruh Frekuensi Pemutaran dan Posisi Pemutaran terhadap Daya Tetas Telur

Sudut pemutaran terhadap sumbu vertikal	Persentase telur yang menetas dari telur tetas
20°	69,3%
30°	78,9%
45°	84,6%
Banyaknya pemutaran setiap hari	Persentase telur yang menetas dari telur tetas
2	68,2%
4	71,3%
6	74,6%
8	74,8%
10	74,7%

Sumber : Nort dan Bell (1990)

Pemeriksaan telur tahap pertama merupakan seleksi pertama selama proses penetasan. Telur yang tidak *fertile* harus dikeluarkan dan dimanfaatkan sebagai telur konsumsi.

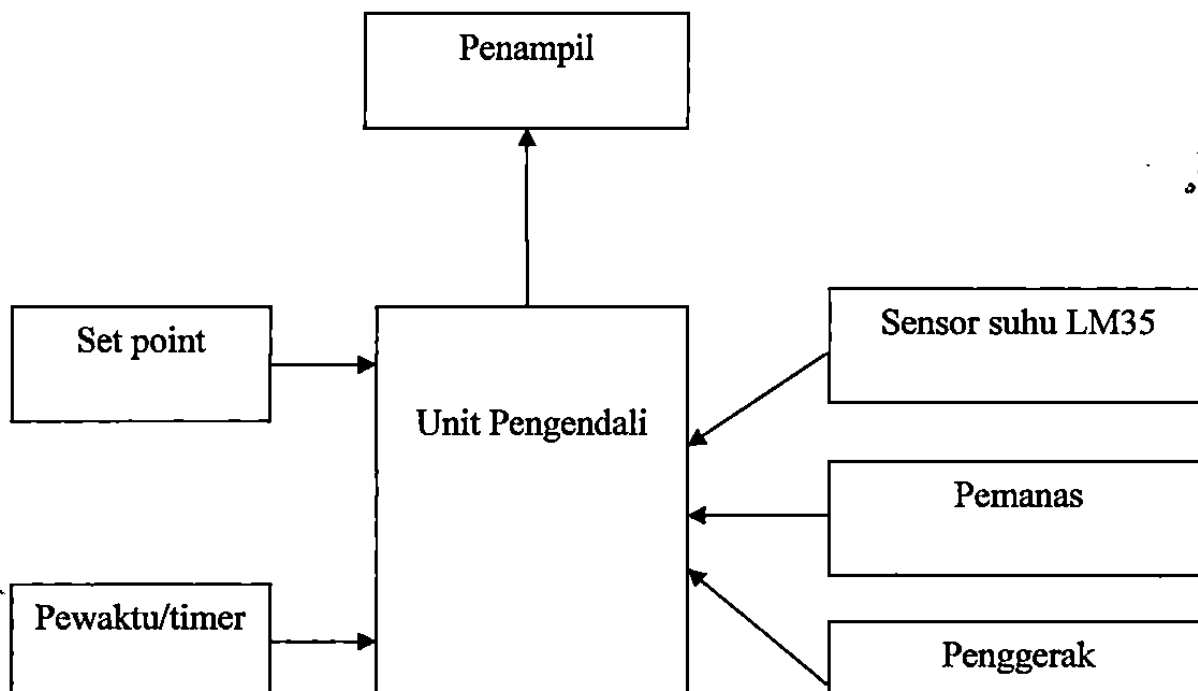
Pemeriksaan tahap kedua pada hari ke 14 pada penetasan, pemeriksaan tersebut adalah pemeriksaan tahap akhir. Pemeriksaan kedua adalah tahap untuk menyeleksi telur *fertile* yang mati. Cirinya, saat peneropongan tampak sebagai gumpalan yang gelap, dan tidak bergerak. Sementara pada telur *fertile* yang hidup, gumpalan gelap akan bergerak bila telur digerakkan. Telur *fertile* yang mati harus dikeluarkan dari mesin tetas, karena menimbulkan bau yang busuk, bahkan dapat mengganggu proses penetasan. Pemeriksaan tahap ketiga jarang dilakukan, asalkan pemeriksaan kedua dilakukan dengan baik

Kegiatan lainnya pada hari ketiga sampai dengan ke dua hari menjelang telur menetas, sama seperti kegiatan hari ke satu, dua. Yaitu mengontrol temperature, sumber pemanas frekuensi tiga kali sehari.

E. Sistem Instrumentasi Elektronika

Telur akan menetas diatas temperature $23,6^{\circ}\text{C}$. Jadi jika telur disimpan pada temperature lebih dari $23,6^{\circ}\text{C}$ telur akan menetas. Prinsip dasar mesin penetas telur adalah dengan memanaskan suatu ruangan , dan untuk menjaga embrio dalam telur tetap hidup telur harus digerakkan minimal 3 kali dalam sehari.

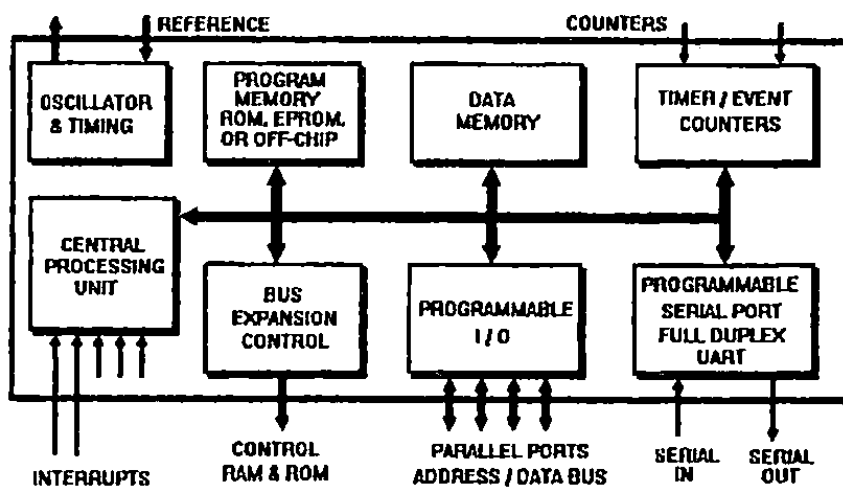
Instrumen adalah sebuah alat untuk menentukan nilai atau besaran suatu kuantitas atau variable. Bagian-bagian system instrumentasi dapat dilihat pada Gambar 1.4.



1. Pusat Unit Pengendali

Pusat unit pengendali merupakan bagian yang bertugas memanipulasi data hasil penginderaan sensor menjadi perintah-perintah pengendalian dan data-data yang harus dipresentasikan. *Microcontroller* merupakan *chip* semikonduktor yang sering digunakan sebagai unit pengendali.

Microcontroller, seperti yang terlihat pada blok diagram Gambar 1.5 dapat didefinisikan sebagai sebuah komputer dalam satu *chip* IC (Ayala, 1997). *Microcontroller* didesain dengan memasukkan semua fitur yang ada dalam *microprocessor*, seperti ALU (*Arithmetic Logic Unit*), PC (*Program Counter*), SP (*Stack Pointer*), dan register-register. Untuk melengkapi fungsinya sebagai sebuah komputer lengkap, *chip microcontroller* ditambahi dengan ROM, RAM, port I/O, *counter*, dan rangkaian *clock*.



Gambar 1.5. Blok diagram *microcontroller*.

Penggunaan *microcontroller* dititikberatkan untuk operasi pengendalian daripada komputasi, sebagaimana *microprocessor*. Jenis pengendalian yang dapat dilakukan oleh sebuah *microcontroller* yang telah diprogram adalah spesifik yaitu



hanya mengendalikan suatu sistem dan tidak dapat digunakan untuk sistem lain. Jenis pengendalian tersebut juga tidak berubah sepanjang umur sistem. Oleh karenanya program yang diletakkan dalam ROM tidak perlu diubah selama masa pemakaian tersebut.

Pemrograman *microcontroller* dapat dilakukan dengan berbagai bahasa pemrograman, dari yang level rendah seperti bahasa *assembler*, hingga bahasa pemrograman tingkat tinggi seperti C dan java. Kode sumber yang ditulis dalam berbagai bahasa tersebut perlu diubah ke bentuk program yang dimengerti oleh *decoder microcontroller*. Perubahan tersebut dilakukan oleh *converter* program sesuai dengan jenis *microcontroller*. Setelah diubah, program dapat ditransfer ke dalam ROM *microcontroller*.

Saat ini, kemampuan komputasi *microcontroller* sudah melampaui kemampuan *microprocessor* generasi awal. Arsitektur *microcontroller* juga dikembangkan, dari yang berarsitektur 4 bit hingga yang 16 bit. Pengembangan lainnya adalah pada kapasitas memori, komponen internal tambahan, dan ukuran pengemasan.

Beberapa *microcontroller* juga dilengkapi dengan ADC (*Analog to Digital Converter*) internal guna sambungan langsung dengan sensor analog untuk mengukur variabel-variabel fisik seperti tekanan, temperatur, dan intensitas cahaya. Fitur-fitur tersebut sangat bermanfaat di bidang industri, ilmu pengetahuan, dan automotif karena bentuknya yang ringkas dan harganya yang murah. Beberapa jenis *microcontroller* yang populer digunakan adalah Intel seri 8048, 8051, 8052; Zilog Z8; dan Motorola seri 6801, 6805, dan 68HC11

2. Sensor Suhu

Sensor suhu yang digunakan adalah IC LM 35. IC LM 35 merupakan jenis sensor untuk diaplikasikan dalam pengukuran temperature suhu yang sudah umum digunakan. LM 35 adalah IC jenis sensor suhu yang diakui ketelitiannya, mempunyai keluaran tegangan sebanding dengan *celcius* ($V=^{\circ}C$). Temperatur cakupan LM 35 dapat beroperasi antara $-55^{\circ}C$ - $150^{\circ}C$. LM 35 mudah diterapkan dengan cara yang sama selain IC temperature sensor, apabila LM 35 diletakkan pada permukaan (dalam hal ini adalah ruangan) maka suhu nterbaca oleh sensor dari $0,01^{\circ}C$ - $100^{\circ}C$. Karena suhu udara hampir sama dengan suhu yang ada diruangan dan suhu udara akan lebih besar atau lebih kecil dari suhu ruangan.

Kelebihan IC LM 35

1. Daya lebih kecil
2. Linearitas lebih bagus dari *thermo couple*, karena *thermo couple* untuk suhu tinggi.

IC LM 35 tidak bisa dipakai pada suhu tinggi, karena apabila digunakan pada suhu tinggi linearnya akan tidak bagus. LM 35 lebih mudah digunakan cara yang sama seperti IC *sensor* yang lain, karena LM 35 dapat pula diletakkan pada permukaan suatu ruangan dan suhu dibawah tak lebih dari $0,01^{\circ}C$ dari suhu permukaan. Karena keadaan temperatur udara berbeda pada posisi yang lebih tinggi atau lebih rendah dari suhu ruangan maka suhu yang aktual pada LM 35

IC LM 35 merupakan sumber arus panas untuk membawa panas ke *device*, maka keadaan suhunya akan semakin tertutupi oleh suhu udara dibandingkan dengan suhu ruangan atau dengan kata lain suhunya memungkinkan untuk lebih dekat ke suhu udara dibandingkan dengan suhu permukaan.

Mengatasi masalah ini yang harus diperhatikan adalah tatacara pemasangan cawat LM 35 itu. pemakaian LM 35 itu akan digunakan sebagai pengukuran suhu ruangan atau pengukuran permukaan *device*.

3. Pemanas

Sesuai dengan namanya, pemanas adalah suatu komponen pemanas yang banyak digunakan oleh masyarakat. Adapun cara kerja dari pemanas itu sendiri adalah apabila ada arus yang mengalir melalui penghantar akan mengeluarkan panas. Pemanas tersebut diaplikasikan sebagai pemanas pada ruangan yang ada. Spesifikasi dari pemanas tersebut adalah:

$$E = 220 \text{ Volt, } P = 100 \text{ Watt}$$

4. Penggerak

Penggerak atau disebut juga *actuator* adalah alat yang mengubah sinyal listrik menjadi gerakan mekanis. Biasa digunakan sebagai proses lanjutan dari keluaran suatu proses olah data yang dihasilkan oleh sensor atau unit pengendali.

Sesuai garis besar, penggerak dikelompokkan menjadi tiga jenis, yaitu relai

Relai adalah alat yang dioperasikan dengan listrik dan secara mekanis mengendalikan hubungan antar rangkaian listrik. Relai sangat bermanfaat untuk kendali jarak jauh dan kendali tegangan atau arus tinggi dengan sinyal kendali yang bertegangan rendah. Relai bekerja dengan prinsip pembangkitan elektromagnet yang menggerakkan batang penghubung elektromekanis pada dua atau lebih titik hubung sehingga menghasilkan kondisi kontak ON, OFF atau kombinasi keduanya.

Solenoid adalah alat yang digunakan untuk mengubah sinyal listrik menjadi gerakan mekanis linear. Solenoid dibentuk dari kumparan dengan inti besi yang dapat bergerak. Besarnya gaya tarikan atau dorongan yang dihasilkan ditentukan oleh jumlah lilitan kawat dan besarnya arus yang mengalir pada kumparan tersebut.

Motor merupakan alat yang digunakan untuk mengubah sinyal listrik menjadi gerakan berputar. Untuk keperluan pengendalian umumnya jenis motor yang digunakan adalah motor stepper dan motor kontinyu. Motor stepper adalah jenis motor yang mengubah pulsa-pulsa listrik menjadi gerakan putar diskret yang disebut langkah (*step*). Satu derajat gerak motor stepper ditempuh dalam beberapa langkah, sesuai dengan presisi motor stepper. Ukuran kerja motor stepper biasanya diberikan dalam jumlah langkah per-putaran per-detik. Motor stepper memiliki kecepatan dan torsi yang rendah, namun memiliki kontrol gerakan posisi yang cermat karena memiliki beberapa segmen kutub kumparan.

Motor kontinyu adalah alat yang mengubah pulsa listrik menjadi gerak
putar. Prinsip kerja motor kontinyu sama dengan motor stepper namun gerakan

motor ini bersifat kontinyu dan berkelanjutan. Motor kontinyu ini menurut sumber arusnya dibagi menjadi dua jenis yaitu motor DC dan motor AC.

5. Penampil

Penampil merupakan unit yang bertugas untuk menunjukkan kondisi sistem, baik sebelum, sedang, ataupun sesudah proses pengendalian. Berbagai macam teknologi penampil telah dikembangkan saat ini, di antaranya adalah CRT (*Cathode Ray Tube*), LED (*Light Emitting Diode*), dan LCD (*Liquid Crystal Display*).

1. LED

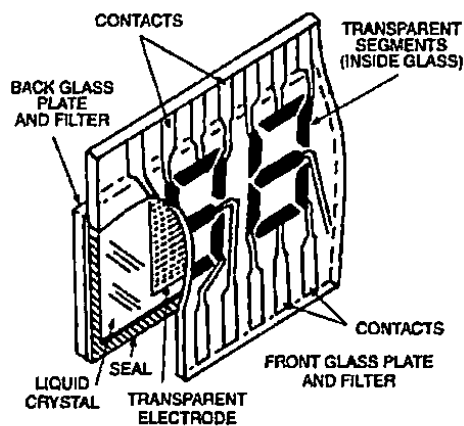
LED adalah dioda yang mampu menghasilkan cahaya pada saat diberikan tegangan maju kepada kaki-kakinya. Bahan yang umum digunakan untuk membentuk LED adalah kombinasi Galium-Arsenida (GaAs) dan Galium-Fosfor (GaP). Sedangkan bentuk fabrikasinya dapat bermacam-macam, dari bentuk seperti tabung yang biasanya digunakan untuk indikator hingga bentuk alfanumeris untuk keperluan menampilkan huruf dan angka. Keuntungan pemakaian LED adalah kecepatan responnya terhadap tegangan yang diberikan, tahan guncangan, masa pemakaian yang lebih lama, efisiensinya yang tinggi, dan kemampuannya bekerja pada tegangan yang rendah.

2. LCD

LCD dibuat dari kristal cair yang merespon adanya medan listrik. Kristal tersebut terdiri atas molekul seperti batang yang apabila terkena medan listrik

akan menyusun diri agar melewatkan atau menahan cahaya yang mengenainya. Oleh karena itu diperlukan sumber cahaya lain agar tampilan LCD dapat terlihat.

Lapisan film yang berisi kristal cair diletakkan diantara dua lempeng kaca yang telah ditanami elektroda logam transparan, seperti terlihat pada Gambar 1.6. Saat tegangan dicatukan pada beberapa pasang elektroda, molekul-molekul kristal cair akan menyusun diri agar cahaya yang mengenainya akan dipantulkan atau diserap. Dari hasil pemantulan atau penyerapan cahaya tersebut akan terbentuk pola huruf, angka, atau gambar sesuai bagian yang diaktifkan.



Gambar 1.1. *Liquid Crystal Display.*

LCD membutuhkan tegangan dan daya yang kecil sehingga sangat populer untuk aplikasi pada kalkulator, arloji digital, dan instrumen elektronik lain seperti *Global Positioning System (GPS)*, *bargraph display*, dan multimeter digital. LCD umumnya dikemas dalam bentuk *Dual In-line Package (DIP)* dan mempunyai kemampuan untuk menampilkan beberapa kolom dan baris dalam satu panel. Untuk membentuk pola, baik karakter ataupun gambar, pada kolom dan baris secara bersamaan digunakan metode *screening*. Metode *screening* adalah mengaktifkan daerah pemotongan suatu kolom dan suatu baris secara

bergantian dan cepat sehingga seolah-olah aktif semua. Penggunaan metode ini dimaksudkan untuk menghemat jalur yang digunakan untuk mengaktifkan panel LCD.

Sekarang ini, berbagai jenis LCD telah dikembangkan. Dari jenis LCD biasa, *Passive-Matrix LCD (PMLCD)*, hingga *Thin-Film Transistor Active-Matrix LCD (TFT-AMLCD)*. Kemampuan LCD juga telah ditingkatkan, dari yang monokrom hingga yang mampu menampilkan ribuan warna.