

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Hidroponik

Hidroponik dari kata Yunani yaitu *hydro* yang berarti air dan *ponos* yang artinya daya. Hidroponik juga dikenal sebagai *soiless culture* atau budidaya tanaman tanpa tanah. Jadi, hidroponik berarti budidaya tanaman yang memanfaatkan air dan tanpa menggunakan tanah sebagai media tanam. Sejarah mencatat bahwa hidroponik sudah dimulai oleh Bangsa Babylonia pada tahun 600 SM yaitu berupa taman gantung (*hanging garden*). Taman gantung ini adalah merupakan hadiah dari Raja Nebukadnezar II untuk istri tercintanya bernama Amytis, yang juga sebagai permaisuri. Taman gantung ini dibuat secara bertingkat dan tidak semuanya menggunakan media tanah sebagai media tanam. Seperti halnya Bangsa Babylonia, Bangsa Cina juga telah mencoba menerapkan cara bercocok tanam tanpa menggunakan media tanah sebagai media tanam. Bangsa Cina telah menerapkan teknik bercocok tanam yang dikenal dengan “Taman Terapung”. Bahkan di Mesir, Cina dan India juga sudah menerapkan cara bercocok tanam yang tidak menggunakan tanah sebagai media tanam. Mereka sudah menggunakan pupuk organik yang mereka gunakan sebagai suplai bahan makan untuk tanaman yang mereka

tanam di dalam bedengan pasir yang terletak di tepi sungai. Cara bercocok tanam seperti ini dikenal dengan istilah “*River Bed Cultivation*”.

Istilah hidroponik lahir sekitar tahun 1936, sebagai penghargaan yang diberikan kepada DR. WF. Gericke, seorang agronomis dari Universitas California. DR. WF. Gericke melakukan percobaan dan penelitian dengan menanam tomat di dalam bak yang berisi mineral sehingga tomat tersebut mampu bertahan hidup dan dapat tumbuh sampai ketinggian 300 cm dan memiliki buah yang lebat. Sebelumnya beberapa ahli patologis tanaman juga melakukan percobaan dan penelitian untuk dapat melakukan bercocok tanam tanpa media tanah sebagai media tanam, sehingga pada masa itu bermunculan istilah-istilah: “*Nutri Culture*”, “*Water Culture*”, “*Gravel Bed Culture*”, dan istilah “*Soilless Culture*” (Roberto, 2003).

1. Jenis Hidroponik

Adapun jenis-jenis hidoponik yang sering digunakan yaitu:

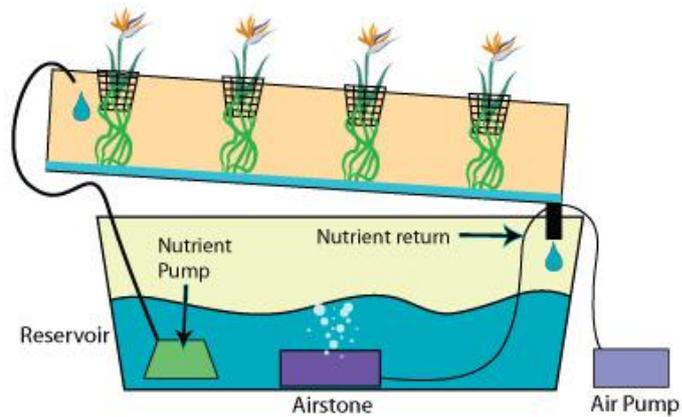
a. *Nutrient Film Technique* (NFT)

NFT adalah teknik hidroponik dimana aliran yang sangat dangkal air yang mengandung semua nutrisi terlarut diperlukan untuk pertumbuhan tanaman yang kembali beredar melewati akar tanaman di sebuah alur kedap air. Dalam sistem yang ideal, kedalaman aliran sirkulasi harus sangat dangkal, sedikit lebih dari sebuah film air. Sebuah sistem NFT yang dirancang berdasarkan pada penggunaan kemiringan saluran yang tepat, laju aliran yang tepat, dan panjang saluran yang tepat. Keuntungan utama dari sistem NFT dari bentuk-bentuk lain dari hidroponik adalah bahwa akar tanaman yang terkena

kecukupan pasokan air, oksigen dan nutrisi. Kelemahan dari NFT adalah bahwa NFT ini memiliki gangguan dalam aliran, misalnya, pemadaman listrik. Prinsip dasar dalam sistem NFT merupakan suatu keuntungan dalam pertanian konvensional. Artinya, pada kondisi air berlebih, jumlah oksigen diperakarkan menjadi tidak memadai. Namun, pada sistem NFT yang nutrisinya hanya selapis menyebabkan ketersediaan nutrisi dan oksigen pada akar selalu berlimpah. Untuk membuat selapis nutrisi, dibutuhkan syarat-syarat sebagai berikut:

1. Kemiringan talang tempat mengalirnya larutan nutrisi ke bawah harus benar-benar seragam.
2. Kecepatan aliran yang masuk tidak boleh terlalu cepat, disesuaikan dengan kemiringan talang (Lingga, 1984).

Banyak petani hidroponik komersial dan *hobbyist* menggunakan sistem NFT untuk menanam sayuran dan tanaman. Sistem NFT dapat menghasilkan lebih tanaman dengan sedikit ruang, sedikit air dan sedikit *nutrient*. Selain itu, ada aerasi yang baik dan suplai oksigen di sebagian besar sistem hidroponik. Sistem NFT juga sangat mudah dalam pembuatan dan pemeliharaan. Akibatnya, sistem NFT telah menjadi salah satu yang paling populer sistem hidroponik tumbuh dalam dekade terakhir.



Gambar 1. *Nutrient Film Technique* (NFT)

(Farmtech-Mart. 2013)

b. *Drip-Irrigation* atau *Micro-Irrigation*

Drip-Irrigation, juga dikenal sebagai irigasi tetes atau irigasi mikro atau irigasi lokal, adalah metode irigasi yang menghemat air dan pupuk dengan membiarkan air menetes perlahan ke akar tanaman, baik ke permukaan tanah atau langsung ke zona akar, melalui jaringan katup, pipa, tabung, dan *emitter*. Hal ini dilakukan melalui tabung sempit yang memberikan air langsung ke dasar tanaman. Dengan demikian, kerugian (kehilangan air) seperti perkolasi, *run off*, dan evapotranspirasi bisa diminimalkan sehingga efisiensinya tinggi.

Irigasi tetes dapat dibedakan menjadi 2 yaitu irigasi tetes dengan pompa dan irigasi tetes dengan gaya gravitasi. Irigasi tetes dengan pompa yaitu irigasi tetes yang sistem penyaluran air diatur dengan pompa. Irigasi tetes pompa ini umumnya memiliki alat dan perlengkapan yang lebih mahal daripada sistem irigasi gravitasi. Irigasi tetes dengan sistem gravitasi yaitu irigasi tetes dengan

menggunakan gaya gravitasi dalam penyaluran air dari sumber (Sibarani, 2005).

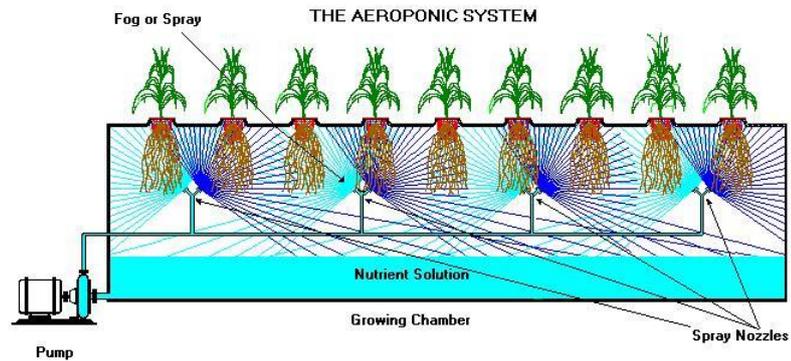


Gambar 2. *Drip-Irrigation* (Diystart. 2013)

c. *Aeroponics*

Aeroponics adalah proses tumbuh tanaman di lingkungan udara atau kabut tanpa menggunakan tanah atau media agregat (dikenal sebagai *geoponics*). Kata "*aeroponics*" berasal dari makna Yunani *aero* (udara) dan *ponos* (kerja). Budaya *aeroponics* berbeda dari kedua hidroponik konvensional dan *in-vitro* (kultur jaringan tanaman) tumbuh. Tidak seperti hidroponik, yang menggunakan air sebagai media tumbuh dan mineral penting untuk mempertahankan pertumbuhan tanaman, *aeroponics* dilakukan tanpa media tumbuh. Karena air digunakan dalam *aeroponics* untuk mengirimkan nutrisi, kadang-kadang dianggap sebagai jenis hidroponik. Prinsip dasar dari tumbuh aeroponik adalah untuk tumbuh tanaman digantung di dalam lingkungan tertutup atau semi-tertutup dengan menyemprotkan akar

tanaman menjuntai dan batang bawah dengan solusi dikabutkan atau disemprot air kaya nutrisi (Wikipedia, 2013).



Gambar 3. *Aeroponics* (Farmxchange. 2013)

d. *Deep Water Culture* (DWC)

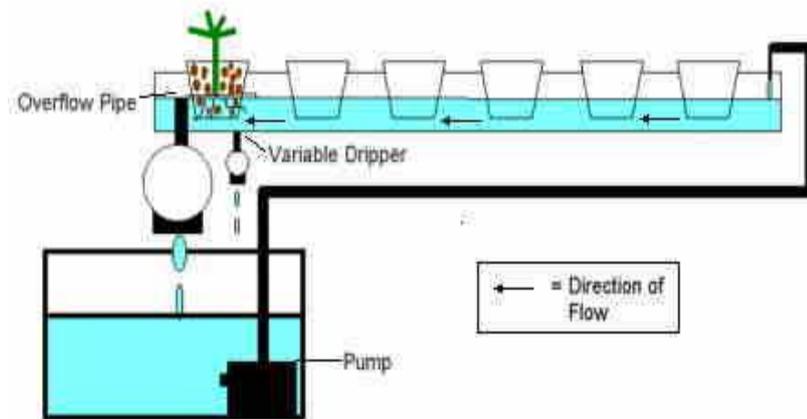
Deep Water Culture (DWC) adalah salah satu metode hidroponik yang memproduksi tanaman dengan cara menggantung akar tanaman ke dalam larutan kaya nutrisi, air beroksigen (Wikipedia, 2013).



Gambar 4. *Deep Water Culture* (Hydroponicist. 2013)

e. *Flood & Drain (Ebb and Flow)*

Ebb and flow merupakan suatu bentuk hidroponik yang dikenal karena kesederhanaan, kehandalan operasi dan biaya investasi awal yang rendah. Pot diisi dengan media *inert* yang tidak berfungsi seperti tanah atau berkontribusi nutrisi untuk tanaman tapi yang jangkar akar dan berfungsi sebagai cadangan sementara air dan pelarut nutrisi mineral (Wikipedia, 2013).

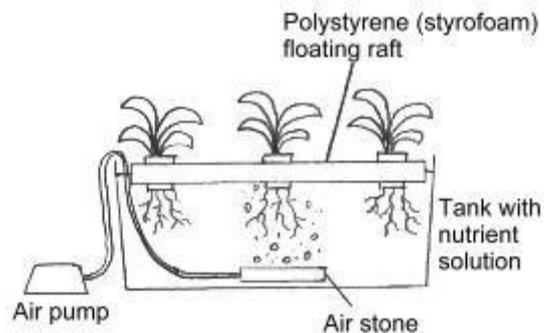


Gambar 5. *Flood and Drain* (Dbcourt. 2013)

f. *Floating Raft* (Rakit apung)

Pada sistem rakit apung, tanaman ditempatkan pada *stereof foam* yang diapungkan pada sebuah kolam. Kolam sedalam 40 cm tersebut berisi nutrisi. Sistem ini perlu ditambahkan *airstone* ataupun *aerator*. *Aerator* berfungsi menghasilkan oksigen untuk pertukaran udara dalam daerah perakaran. Kekurangan oksigen akan mengganggu penyerapan air dan nutrisi oleh akar. Rakit apung hanya dapat

ditanami oleh tumbuhan yang memiliki bobot rendah (Randys Hydroponics, 2010).



Gambar 6. *Floating Raft* (Thehydroponicum. 2013)

2. Media Tanam Hidroponik

Beberapa media tanam yang digunakan pada hidroponik yaitu:

a. *Rockwool*

Rockwool dibuat dengan melelehkan kombinasi batu dan pasir dan kemudian campuran diputar untuk membuat serat yang dibentuk menjadi berbagai bentuk dan ukuran. Proses ini sangat mirip dengan membuat permen kapas. Bentuk bervariasi dari 1"x1"x1" dimulai dengan bentuk kubus hingga 3"x12"x36" lempengan, dengan berbagai ukuran lainnya. *Rockwool* media semai dan media tanam yang paling baik dan cocok untuk sayuran. *Rockwool* dapat menghindarkan dari kegagalan semai akibat bakteri dan cendawan penyebab layu fusarium.



Gambar 7. *Rockwool* (Insulation Manufacturing. 2013)

b. *Coconut Coir* (sabut kelapa)

Coconut Coir dikenal juga sebagai *coco peat* adalah bahan sisa setelah serat telah dihapus dari kulit terluarnya dari kelapa. *Coconut Coir* bersimbiosis dengan jamur *Trichoderma*, yang berfungsi sebagai melindungi akar dan merangsang pertumbuhan akar.



Gambar 8. *Coco Peat* (Grow Organic. 2013)

c. *Perlite*

Perlite adalah batuan vulkanik yang telah superpanas menjadi kerikil kaca sangat ringan. Material ini juga digunakan sebagai campuran tanah dalam pot untuk mengurangi kepadatan tanah. *Perlite* memiliki

ukuran yang sama. *Perlite* merupakan perpaduan dari granit, obsidian, batu apung dan *basalt*. Batu vulkanik ini secara alami menyatu pada suhu tinggi mengalami apa yang disebut "*Metamorfosis Fusional*".



Gambar 9. *Perlite* (Perlite. 2013)

d. *Lightweight Expanded Clay Aggregate (LECA)*

LECA adalah *shell* (cangkang) keramik ringan dengan inti sarang lebah yang diproduksi dengan menembakkan tanah liat alami untuk suhu dari 1100-1200°C dalam tungku berputar. Pelet dibulatkan dalam bentuk dan jatuh dari tempat pembakaran di kelas sekitar 0-32 mm dengan kepadatan rata-rata curah kering sekitar 350 kg/m³. Bahan tersebut disaring menjadi beberapa kelas yang berbeda sesuai aplikasi (Roberto, 2003).



Gambar 10. LECA (Buildipedia. 2013)

e. Pasir

Pasir sering digunakan sebagai media tanam alternatif untuk menggantikan fungsi tanah. Sejauh ini, pasir dianggap memadai dan sesuai jika digunakan sebagai media untuk penyemaian benih, pertumbuhan bibit tanaman, dan perakaran setek batang tanaman. Bobot pasir yang cukup berat akan mempermudah tegaknya setek batang. Selain itu, keunggulan media tanam pasir adalah kemudahan dalam penggunaan dan dapat meningkatkan sistem aerasi serta drainase media tanam.



Gambar 11. Pasir (Wm-Site. 2013)

f. *Wood fibre* (serbuk kayu)

Serbuk kayu adalah substrat organik yang sangat efisien untuk hidroponik. Serbuk kayu telah terbukti mengurangi efek-efek penghambat pertumbuhan tanaman. (Wikipedia, 2013).



Gambar 12. Serbuk kayu (Archiproducts. 2013)

g. *Gravel* (kerikil)

Jenis yang sama yang digunakan dalam akuarium, kerikil dapat digunakan, asalkan dicuci terlebih dahulu. Memang, tanaman yang tumbuh di tempat yang beralaskan kerikil dengan air beredar menggunakan *power head* pompa listrik, yang pada dasarnya sedang tumbuh hidroponik menggunakan kerikil. Kerikil murah, mudah untuk dibersihkan, saluran air yang baik dan tidak akan menjadi basah kuyup. Namun, kerikil juga berat, dan jika sistem tidak menyediakan air terus menerus, akar tanaman dapat mengering.



Gambar 13. *Gravel* (kerikil) (Wikipedia. 2013)

h. *Brick shards* (pecahan bata)

Pecahan bata memiliki sifat yang mirip dengan kerikil. Mereka memiliki kelemahan tambahan mungkin mengubah pH dan memerlukan pembersihan ekstra sebelum digunakan kembali (Roberto, 2003).



Gambar 14. *Brick shards* (pecahan bata)

(Informed Farmers. 2013)

3. Keunggulan dan Kelemahan Hidroponik

Adapun beberapa keunggulan dan kelemahan penggunaan sistem hidroponik yaitu:

a. Keunggulan Hidroponik

1. Tanah tidak diperlukan untuk hidroponik.
2. Air tetap dalam sistem dan dapat digunakan kembali dengan demikian, biaya air rendah.
3. Pengontrolan kadar nutrisi secara keseluruhan dengan demikian, biaya untuk ini rendah.
4. Tidak ada pencemaran ke lingkungan karena sistem dikendalikan.

5. Stabil dan hasilnya tinggi.
6. Hama dan penyakit lebih mudah untuk disingkirkan dari pada penggunaan tanah karena mobilitas dari penggunaan wadah pada hidroponik.
7. Lebih mudah dalam proses pemanenan.
8. Tidak adanya penggunaan pestisida.

b. Kelemahan Hidroponik

Tanpa tanah sebagai penyangga, kegagalan untuk sistem hidroponik menyebabkan kematian tanaman yang cepat. Kelemahan lainnya termasuk serangan patogen seperti karena layu oleh *Verticillium* disebabkan oleh tingkat kelembaban tinggi yang terkait dengan hidroponik dan berbasis penyiraman lebih dari pada tanaman tanah. Juga, tanaman hidroponik banyak membutuhkan pupuk yang berbeda untuk setiap tanaman yang berbeda (Triutami, 2011).

4. Perkembangan Hidroponik

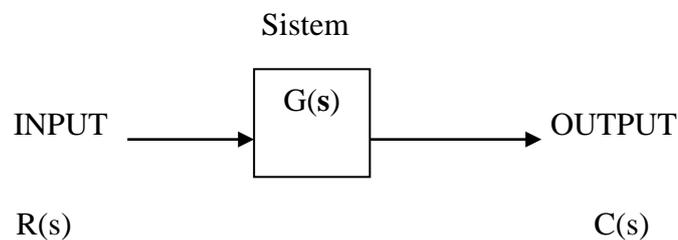
Sejak ditemukannya hidroponik pada tahun 600 SM oleh Bangsa Babylonia, hidroponik juga mengalami pengembangan. Pengembangan hidroponik dilakukan oleh Bangsa Cina dengan menerapkan “Taman Terapung” dan oleh Bangsa Mesir dengan memanfaatkan aliran Sungai Nil dengan membangun bedengan pasir yang dikenal dengan istilah “*River Bed Cultivation*”. Pengembangan hidroponik pun terus berlanjut sampai saat ini. Hal ini ditandai dengan penggunaan pompa dan *air pump* sebagai penopang

kehidupan tanaman pada hidroponik itu sendiri. Seperti yang dilakukan oleh saudari Diansari, 2008 dari Universitas Indonesia dengan judul “Pengaturan Suhu, Kelembaban, Waktu Pemberian Nutrisi Dan Waktu Pembuangan Air Untuk Pola Cocok Tanam Hidroponik Berbasis Mikrokontroler AVR ATMEGA 8538”. Konsep yang telah diterapkan ini masih belum sempurna karena pemodelan tidak diterapkan langsung ke hidroponik sesungguhnya, pada sensor ketinggian air menggunakan *timer* pada sistem hidroponik yang diterapkan dan penghematan air yang masih kecil. Oleh sebab itu, dengan dilakukannya penelitian lanjutan ini diharapkan efisiensi dari hidroponik sendiri dapat meningkat.

B. Otomasi

Otomasi adalah proses yang secara otomatis mengontrol operasi dan perlengkapan sistem dengan perlengkapan mekanik atau elektronika yang dapat mengganti manusia dalam mengamati dan mengambil keputusan. Ide dasar otomasi ini yaitu penggunaan elektrik atau mekanik untuk menjalankan mesin atau alat tertentu disertai otak yang mengendalikan mesin atau alat tersebut sehingga produktifitas meningkat dan biaya produksi menurun. Secara umum sistem otomasi dapat didefinisikan sebagai suatu teknologi yang berkaitan dengan aplikasi mekanik, elektronik dan sistem yang berbasis komputer (PLC atau mikrokontroler) yang semuanya bergabung menjadi satu untuk memberikan fungsi terhadap manipulator mekanik sehingga akan memiliki fungsi tertentu.

Otomasi memiliki tujuan memberikan kemudahan, meningkatkan efektifitas kerja sistem dan meningkatkan jaminan keselamatan kepada para operator. Cara kerja pada sistem pengendalian otomatis sama dengan kerja sistem pengendalian manual. Sistem yang dirancang melakukan empat fungsi pengendalian yaitu mengatur, membandingkan, menghitung dan mengkoreksi. Perbedaan yang ada yaitu pada pengoperasian sistem, dimana sistem pengendalian otomatis tidak lagi dikerjakan oleh operator, tetapi sepenuhnya dikerjakan oleh sebuah *controller* yang merupakan bagian dari DCS (*Distributed Control System*).



Gambar 15. Diagram blok sistem kontrol (Martinus, 2010).

Diagram di atas menunjukkan diagram model matematis suatu sistem.

$R(s)$ = sebagai *input*

$C(s)$ = sebagai *output*

$G(s)$ = hubungan *input* dan *output* dari sistem.

Ada beberapa alasan dalam penggunaan sistem otomasi antara lain sebagai berikut:

a. Meningkatkan produktifitas perusahaan

Peningkatan produktifitas ini ditandai dengan lebih besarnya output per jam-orang apabila sistem otomasi manufaktur diterapkan.

b. Tingginya biaya tenaga kerja

Kecenderungan meningkatnya biaya kerja di dunia industri mendorong pengusaha untuk menginvestasikan fasilitas otomasi yang relatif mahal. Sistem otomasi dapat meningkatkan laju produksi menyebabkan harga perproduk lebih rendah.

c. Kurangnya tenaga kerja untuk kemampuan tertentu

Ini juga akibat dari industri pelayanan sehingga semakin sulit untuk mendapatkan tenaga kerja dengan *skill* tertentu. Dengan sistem otomasi manufaktur, jumlah dan kemampuan yang dibutuhkan untuk menghasilkan produk berkualitas lebih rendah.

d. Tenaga kerja cenderung berpindah ke sektor pelayanan.

Kecenderungan di negara maju khususnya Amerika Serikat, di mana tenaga kerja lebih menyukai sektor pelayanan.

e. Keamanan

Dengan otomasi manufaktur pekerjaan lebih aman, artinya keamanan akibat kecelakaan kerja saat operasi produksi ataupun perpindahan operator pada saat produksi lebih terjamin.

f. Tingginya harga bahan baku

Mahalnya harga bahan baku sebagai input produksi, membutuhkan efisiensi pemakaian bahan baku. Dengan otomasi manufaktur dapat mengurangi bahan baku yang terbuang.

- g. Meningkatkan kualitas produk.

Otomasi tidak hanya dapat menghasilkan produk pada laju yang lebih cepat, tetapi juga dapat meningkatkan kualitas produk dibandingkan dengan menggunakan metode manual.

- h. Menurunkan *Manufacturing Lead Time* (LTM)

Dengan otomasi manufaktur dapat mengurangi waktu antara pesanan pelanggan sampai pengiriman produk. Dengan demikian pelayanan terhadap pelanggan dapat lebih kompetitif.

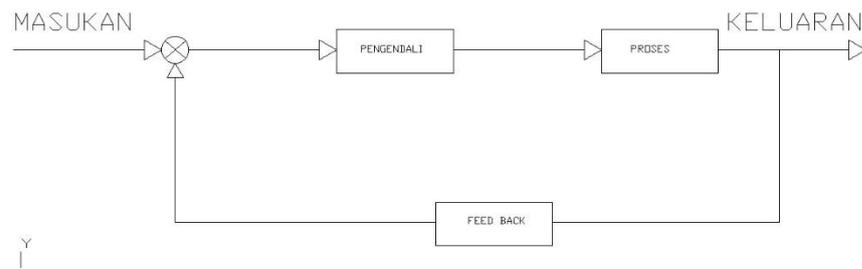
Terdapat tiga elemen dasar yang menjadi syarat mutlak bagi sistem otomasi yaitu: *power*, *program of instruction* dan kontrol sistem yang semuanya mendukung proses dari sistem otomasi tersebut. Ada tiga tipe konfigurasi pengendalian, antara lain:

- a. *Feedback control configuration*

Konfigurasi ini mengukur secara langsung variabel yang dikendalikan untuk mengatur harga variabel yang dimanipulasi. Tujuan pengendalian ini yaitu mempertahankan variabel kendali pada *level* yang diinginkan.

Pada pengaturan kalang tertutup, aksi pengendalian dipengaruhi oleh sinyal kesalahan penggerak (selisih antara sinyal referensi dengan sinyal umpan balik). Sistem pengaturan kalang tertutup melibatkan umpan balik negatif. Secara umum, diagram blok sistem pengaturan ini dapat dilihat pada gambar

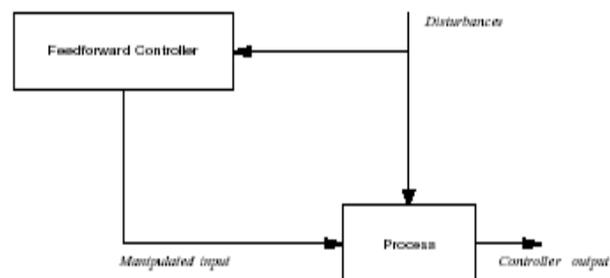
16:



Gambar 16. Diagram blok pengendali *feedback* (Martinus, 2010).

b. Feedforward control configuration

Konfigurasi sistem pengendali *feedforward* memanfaatkan pengukuran langsung pada *disturbance* untuk mengatur harga variabel yang akan dimanipulasi. Tujuan pengendalian adalah mempertahankan variable *output* yang dikendalikan pada nilai yang diharapkan.



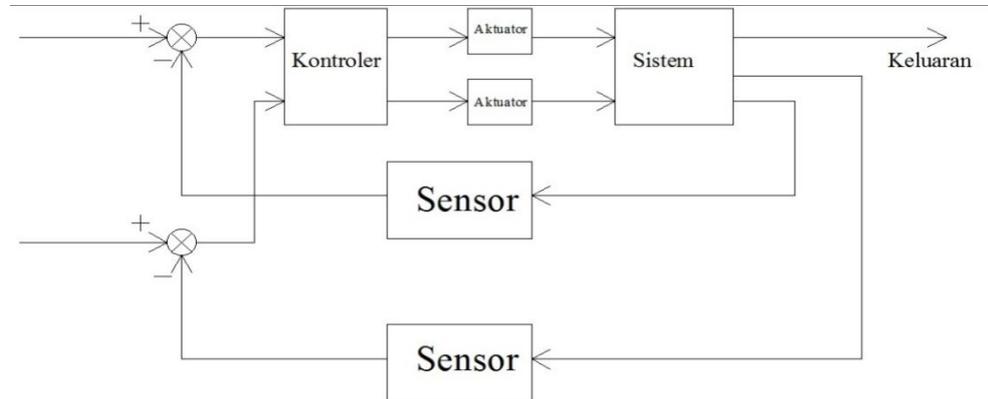
Gambar 17. Diagram blok pengendali *feedforward*

(TBC 4/4/2009, 4/3/2011).

c. Inferential Control Configuration

Konfigurasi sistem pengendali *inferential* memanfaatkan data hasil pengukuran *output* sekunder (*secondary measurement*) untuk mengatur harga variabel yang akan dimanipulasi. Hal ini dilakukan karena *variable*

output yang akan dikendalikan tidak dapat diukur secara langsung. Tujuan pengendalian ini adalah mempertahankan variabel *unmeasured output* tersebut pada harga yang ditetapkan pada *set point*.



Gambar 18. Blok diagram I/O untuk konfigurasi sistem *inferential*
(Martinus, 2010).

C. Sistem Kontrol

Sistem kontrol merupakan bagian penting dalam sistem otomasi. Apabila suatu sistem otomasi dikatakan layaknya semua organ tubuh manusia seutuhnya maka sistem kontrol merupakan bagian otak/pikiran, yang mengatur dari keseluruhan gerak tubuh. Sistem kontrol dapat tersusun dari komputer, rangkaian elektronik sederhana, peralatan mekanik. Hanya saja penggunaan rangkaian elektronik, peralatan mekanik mulai ditinggalkan dan lebih mengedepankan sistem kontrol dengan penggunaan komputer dan sejenisnya (PLC, mikrokontroler). Sistem kontrol sederhana dapat ditemukan dari berbagai macam peralatan seperti:

- Setiap toilet memiliki mekanisme kontrol untuk mengisi ulang tangki air dengan pengisian sesuai dengan kapasitas dari tangki tersebut. Mekanisme sistem kontrol tersebut menggunakan peralatan mekanis.
- AC atau *air conditioner* merupakan sistem otomasi yang menggunakan sistem kontrol mikroelektronik atau yang sering disebut komputer sederhana.
- *Robot assembly* contoh sistem otomasi yang menggunakan kontrol sistem komputer atau sejenisnya. Sistem kontrol tersebut akan memberikan pengaturan pada gerakan-gerakan tertentu untuk menyusun suatu peralatan pada industri.

D. Mikrokontroler

1. Pengertian Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah salah satu bagian dasar dari suatu sistem komputer. Meskipun mempunyai bentuk yang jauh lebih kecil dari suatu komputer pribadi dan komputer *mainframe*, mikrokontroler dibangun dari elemen–elemen dasar yang sama. Secara sederhana, komputer akan menghasilkan *output* spesifik berdasarkan *input*-an yang diterima dan program yang dikerjakan.

Seperti umumnya komputer, mikrokontroler adalah alat yang mengerjakan instruksi-instruksi yang diberikan kepadanya. Artinya, bagian terpenting dan utama dari suatu sistem terkomputerisasi adalah program itu sendiri yang dibuat oleh seorang *programmer*. Program ini menginstruksikan

komputer untuk melakukan jalinan yang panjang dari aksi–aksi sederhana untuk melakukan tugas yang lebih kompleks yang diinginkan oleh *programmer* (Susanto, 1998).

2. Konsep Mikrokontroler

Seperti yang telah dijelaskan pada sub-bab sebelumnya, bahwa mikrokontroler adalah satu diantara dari bagian dasar dari suatu sistem komputer. Meskipun mempunyai bentuk yang jauh lebih kecil dari suatu komputer pribadi dan komputer *mainframe*, mikrokontroler dibangun dari elemen–elemen dasar yang sama. Secara sederhana, komputer akan menghasilkan *output* spesifik berdasarkan *inputan* yang diterima dan program yang dikerjakan. Seperti umumnya komputer, mikrokontroler adalah alat yang mengerjakan instruksi-instruksi yang diberikan kepadanya. Artinya, bagian terpenting dan utama dari suatu sistem terkomputerisasi adalah program itu sendiri yang dibuat oleh seorang *programmer*. Program ini menginstruksikan komputer untuk melakukan jalinan yang panjang dari aksi – aksi sederhana untuk melakukan tugas yang lebih kompleks yang diinginkan oleh *programmer*. Berikut adalah penjelasan mengenai konsep mikrokontroler:

a. Sistem *Input* Komputer

Piranti *input* menyediakan informasi kepada sistem komputer dari dunia luar. Dalam sistem komputer pribadi, piranti *input* yang paling umum adalah *keyboard*. Komputer *mainframe* menggunakan *keyboard* dan pembaca kartu berlubang sebagai piranti inputnya. Sistem dengan

mikrokontroler umumnya menggunakan piranti *input* yang jauh lebih kecil seperti saklar atau *keypad* kecil. Hampir semua input mikrokontroler hanya dapat memproses sinyal *input* digital dengan tegangan yang sama dengan tegangan logika dari sumber. *Level* nol disebut dengan V_{SS} dan tegangan positif sumber (V_{DD}) umumnya adalah 5 volt. Padahal dalam dunia nyata terdapat banyak sinyal *analog* atau sinyal dengan tegangan level yang bervariasi. Karena itu ada piranti input yang mengkonversikan sinyal analog menjadi sinyal digital sehingga komputer bisa mengerti dan menggunakannya. Ada beberapa mikrokontroler yang dilengkapi dengan piranti konversi ini, yang disebut dengan ADC, dalam satu rangkaian terpadu.

b. Sistem *Output* Komputer

Piranti *output* digunakan untuk berkomunikasi informasi maupun aksi dari sistem komputer dengan dunia luar. Dalam sistem komputer pribadi (PC), piranti *output* yang umum adalah monitor CRT. Sedangkan sistem mikrokontroler mempunyai *output* yang jauh lebih sederhana seperti lampu indikator atau *beeper*. Frasa kontroler dari kata mikrokontroler memberikan penegasan bahwa alat ini mengontrol sesuatu. Mikrokontroler atau komputer mengolah sinyal secara *digital*, sehingga untuk dapat memberikan *output* analog diperlukan proses konversi dari sinyal digital menjadi analog. Piranti yang dapat melakukan konversi ini disebut dengan DAC (*Digital to Analog Converter*).

c. CPU (*Central Processing Unit*)

CPU adalah otak dari sistem komputer. Pekerjaan utama dari CPU adalah mengerjakan program yang terdiri atas instruksi – instruksi yang diprogram oleh *programmer*. Suatu program komputer akan menginstruksikan CPU untuk membaca informasi dari piranti input, membaca informasi dari dan menulis informasi ke *memory*, dan untuk menulis informasi ke *output*. Dalam mikrokontroler umumnya hanya ada satu program yang bekerja dalam suatu aplikasi. CPU M68HC05 mengenali hanya 60 instruksi yang berbeda. Karena itu sistem komputer ini sangat cocok dijadikan model untuk mempelajari dasar dari operasi computer karena dimungkinkan untuk menelaah setiap operasi yang dikerjakan.

d. *Clock* dan Memori Komputer

Sistem komputer menggunakan osilator *clock* untuk memicu CPU mengerjakan satu instruksi ke instruksi berikutnya dalam alur yang berurutan. Setiap langkah kecil dari operasi mikrokontroler memakan waktu satu atau beberapa *clock* untuk melakukannya. Ada beberapa macam tipe dari memori komputer yang digunakan untuk beberapa tujuan yang berbeda dalam sistem komputer. Tipe dasar yang sering ditemui dalam mikrokontroler adalah ROM (*Read Only Memory*) dan RAM (*Random Access Memory*). ROM digunakan sebagai media penyimpanan program dan data permanen yang tidak boleh berubah meskipun tidak ada tegangan yang diberikan pada mikrokontroler.

RAM digunakan sebagai tempat penyimpanan data sementara dan hasil kalkulasi selama proses operasi. Beberapa mikrokontroler mengikutsertakan tipe lain dari memori seperti EPROM (*Erasable Programmable Read Only Memory*) dan EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read Only Memory*).

e. Program Komputer

Program digambarkan sebagai awan karena sebenarnya program adalah hasil imajinasi seorang *programmer*. Komponen utama dari program adalah instruksi-instruksi dari instruksi *set* CPU. Program disimpan dalam memori dalam sistem komputer di mana mereka dapat secara berurutan dikerjakan oleh CPU.

f. Sistem Mikrokontroler

Setelah dipaparkan bagian-bagian dari suatu sistem komputer, sekarang akan dibahas mengenai mikrokontroler. Penggambaran sistem komputer dengan bagian yang dikelilingi oleh garis putus-putus. Bagian inilah yang menyusun mikrokontroler. Bagian yang dilingkupi kotak bagian bawah adalah gambar lebih detail dari susunan bagian yang dilingkupi garis putus-putus. Kristal tidak termasuk dalam sistem mikrokontroler tetapi diperlukan dalam sirkuit *osilator clock* (Martinus, 2012).

E. Sensor

Sensor adalah suatu alat yang merubah dari besaran fisika menjadi besaran listrik. Suhu merupakan suatu besaran, karena dapat diukur, dipantau dan dapat digunakan dalam hampir setiap sistem fisik. Besaran itu harus dapat diwakili nilainya secara efisien dan akurat agar dapat dimanfaatkan dengan baik.

Pada dasarnya ada dua cara untuk mewakili nilai besaran tersebut, yaitu secara *digital* dan *analog*. Dalam perwakilan *analog*, suatu besaran diwakili oleh besaran yang lain yang sebanding lurus dengan besaran yang pertama itu. Kata *analog* dapat diartikan sebagai sejalan. Contohnya adalah termometer air raksa. Pada saat suhu yang diukur berubah, tinggi air raksa dalam pipa kapiler pada termometer itu juga berubah mengikuti perubahan suhu tersebut. Karakteristik dari besaran *analog* yang penting yaitu berubah dalam rentang nilai yang berkesinambungan (*continuous*). Dalam perwakilan *digital*, besaran bukan diwakili oleh besaran lain yang sebanding, melainkan oleh lambang yang disebut angka atau *digit*, Perwakilan *digital* berlawanan dengan *analog*. Jika dalam *analog* nilai berubah secara sinambung, maka dalam *digital* nilai berubah secara diskrit.

1. Sensor Suhu dan Kelembaban

DHT11 adalah sensor Suhu dan Kelembaban, dia memiliki keluaran sinyal *digital* yang dikalibrasi dengan sensor suhu dan kelembaban yang kompleks. Teknologi ini memastikan keandalan tinggi dan sangat baik stabilitasnya dalam jangka panjang. mikrokontroler terhubung pada kinerja tinggi sebesar

8 bit. Sensor ini termasuk elemen resistif dan perangkat pengukur suhu NTC. Memiliki kualitas yang sangat baik, respon cepat, kemampuan anti-gangguan dan keuntungan biaya tinggi kinerja.

Setiap sensor DHT11 memiliki fitur kalibrasi sangat akurat dari kelembaban ruang kalibrasi. Koefisien kalibrasi yang disimpan dalam memori program, sensor *internal* mendeteksi sinyal dalam proses, kita harus menyebutnya koefisien kalibrasi. Sistem antarmuka tunggal-kabel serial terintegrasi untuk menjadi cepat dan mudah. Kecil ukuran, daya rendah, sinyal transmisi jarak hingga 20 meter, sehingga berbagai aplikasi dan bahkan aplikasi yang paling menuntut. Produk ini 4-pin pin baris paket tunggal. Koneksi nyaman, paket khusus dapat diberikan sesuai dengan kebutuhan pengguna.

Berikut spesifikasi dari DHT 11:

- Pasokan *Voltage*: 5 V
- Rentang temperatur :0-50 °C kesalahan ± 2 °C
- Kelembaban :20-90% RH $\pm 5\%$ RH *error*
- *Interface*: Digital



Gambar 19. Sensor suhu dan kelembaban DHT 11

(Kedai Robot. 2013)

2. *Soil Moisture Sensor*

Sensor ini kelembaban dapat membaca jumlah kadar air dalam tanah di sekitarnya. Ini adalah sensor berteknologi rendah, tapi ideal untuk memantau taman kota, atau ketinggian air tanaman peliharaan. Sensor ini menggunakan dua pemeriksaan untuk melewati arus melalui tanah, dan kemudian membaca resistensi untuk mendapatkan tingkat kelembaban. Lebih banyak air membuat tanah menghantarkan listrik lebih mudah (resistensi kurang), sedangkan tanah kering melakukan listrik buruk (lebih tahan).

- Spesifikasi:

Power supply: 3.3v or 5v

Output voltage signal: 0~4.2v

Current: 35mA

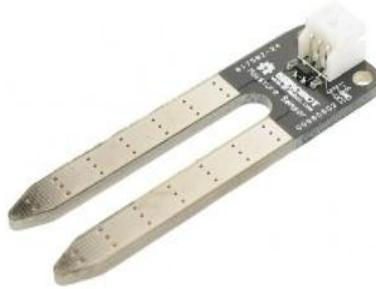
Pin definition:

1-*Analog output* (kabel biru)

2-GND (kabel hitam)

3-*Power* (kabel merah)

- Dimensi: 60x20x5mm
- Nilai jangkauan:
 1. 0 ~300 : tanah kering
 2. 300~700 : tanah lembab
 3. 700~950 : tanah basah



Gambar 20. *Soil Moisture Sensor* (Kedai Robot. 2013)

3. *Arduino Duemilanove 328*

DF ROBOT ARDUINO USB Microcontroller (ATMEGA 328) adalah suatu mikrokontroler pada ATMEGA 328 yang mempunyai 14 *input/output digital* yang mana 6 pin digunakan sebagai PWM keluaran, 6 masukan *analog*, dan didalamnya terdapat 16 MHZ osilator kristal, USB koneksi, *power*, ICSP, dan tombol *reset*. Kinerja arduino ini memerlukan dukungan mikrokontroler; dengan menghubungkannya pada suatu komputer dengan USB kabel untuk menghidupkannya menggunakan arus AC atau DC dan bisa juga dengan menggunakan baterai.

Kelebihan-kelebihan yang dimiliki *Arduino Duemilanove 328* adalah :

1. Menggunakan *Chip* tunggal ATMEGA328.
2. DFRDUINO mikrokontroler modul dengan USB koneksi.
3. Memakai I/O sederhana serta *platform* yang mengijinkan untuk menghubungkannya dengan sensor dan pengontrol.
4. Kompatibel dengan bahasa program C dan Arduino.
5. Dfrduino dikhususkan untuk penggemar robotika, seniman, dan para perancang.

Berikut spesifikasi dari *Arduino Duemilanove*:

1. 14 pin *digital*
2. 6 pin *analog*
3. *Input* 5V yang diatur dan 3.3V pin keluaran
4. Tx/Rx pin komunikasi serial



Gambar 21. *Arduino Duemilanove 328*

F. Aktuator

1. Pengertian Aktuator

Aktuator adalah bagian keluaran untuk mengubah energi suplai menjadi energi kerja yang dimanfaatkan. Sinyal keluaran dikontrol oleh sistem kontrol dan aktuator bertanggung jawab pada sinyal kontrol melalui elemen kontrol terakhir. Jenis lain dari bagian keluaran digunakan untuk mengindikasikan status kontrol sistem. Aktuator adalah elemen yang mengkonversikan besaran listrik *analog* menjadi besaran lainnya misalnya kecepatan putaran dan merupakan perangkat elektromekanik yang menghasilkan daya gerakan sehingga dapat menghasilkan gerakan pada robot.

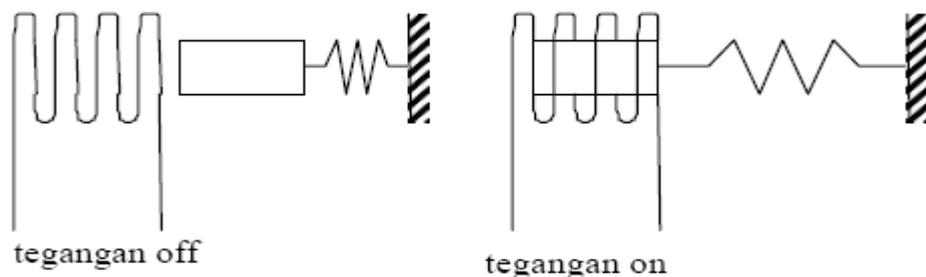
Untuk meningkatkan tenaga mekanik, aktuator dapat melakukan hal tertentu setelah mendapat perintah dari kontroler. Misalnya pada suatu robot pencari cahaya, maka jika terdapat cahaya sensor akan memberikan informasi kepada kontroler yang kemudian akan memerintahkan kepada aktuator untuk bergerak mendekati arah cahaya. Aktuator adalah sebuah peralatan mekanis untuk menggerakkan atau mengontrol sebuah sistem yang biasa digunakan sebagai proses lanjutan dari keluaran suatu proses olah data yang dihasilkan oleh suatu sensor atau kontroler (Amirin, 2013).

2. Jenis Aktuator

Adapun jenis-jenis dari aktuator sendiri, yaitu:

A. Solenoid

Solenoid merupakan aktuator yang terdiri dari koil atau gulungan kawat, inti besi sebagai piston gerak linier, dan pegas sebagai pemegang inti besi. Ketika tegangan masuk pada koil sehingga terjadi aliran arus maka koil akan berubah menjadi bidang magnet sehingga akan menarik inti besi ke dalam koil sampai menuju titik tengah koil. Saat tegangan dimatikan maka posisi inti besi akan kembali seperti semula karena tarikan dari pegas.



Gambar 22. Prinsip kerja solenoid (Amirin, 2009)

B. Katup

Katup adalah peralatan yang berfungsi untuk mengatur aliran fluida sebagai penggerak aktuator. Katup banyak digunakan pada industri ataupun transportasi.

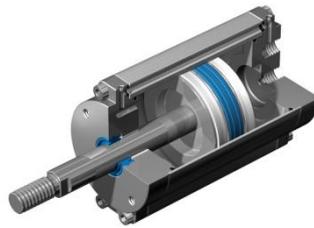
Katup memiliki berbagai macam jenis antara lain: Katup $\frac{3}{4}$, katup $\frac{5}{2}$ dsb. Penggerak katup memiliki berbagai jenis, antara lain: Penggerak manual (tuas, knop, pedal, dll), penggerak magnet/solenoid, udara, dll).



Gambar 23. Aktuator jenis katup (Wikipedia, 2013).

C. Silinder

Silinder merupakan jenis aktuator yang digerakan oleh fluida, bisa berupa udara (pneumatik) ataupun minyak (hidrolik). Gerak yang dihasilkan silinder akibat dari gerakan linear atau maju dan mundur dari sebuah piston. Pemilihan jenis silinder tergantung dari kerja yang dibebankan, silinder jenis hidrolik memiliki kemampuan kerja yang lebih tinggi dibandingkan dengan silinder jenis pneumatik.



Gambar 24. Aktuator jenis silinder (Stoneleigh-Eng. 2013)

D. Motor Listrik

Motor listrik terdiri dari rotor (bagian yang bergerak), stator (bagian yang diam). Pada stator terdapat inti magnet, sedangkan pada stator terdapat koil yang berfungsi sebagai magnet listik apabila dialirkan arus. Motor diklasifikasikan menjadi dua jenis yaitu AC (arus searah) dan DC (arus bolak balik) (Amirin. 2009).

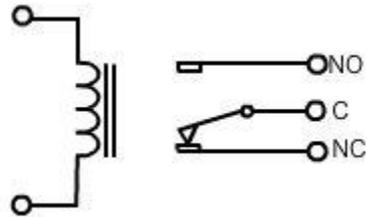


Gambar 25. Motor servo (DC) (Robotshop. 2013)

E. Relay

Relay adalah komponen listrik yang bekerja berdasarkan prinsip induksi medan elektromagnetis. Jika sebuah penghantar dialiri oleh arus listrik, maka di sekitar penghantar tersebut timbul medan magnet. Medan magnet yang dihasilkan oleh arus listrik tersebut selanjutnya diinduksikan ke logam ferromagnetis. Logam ferromagnetis ini mudah terinduksi medan elektromagnetis. Ketika ada induksi magnet dari lilitan yang membelit logam, logam tersebut menjadi "magnet buatan" yang sifatnya sementara.

Sifat kemagnetan pada logam ferromagnetis akan tetap ada selama pada kumparan yang melilitinya teraliri arus listrik. Sebaliknya, sifat kemagnetannya akan hilang jika suplai arus listrik ke lilitan diputuskan.



Gambar 26. Relay (Siongboon. 2013)