

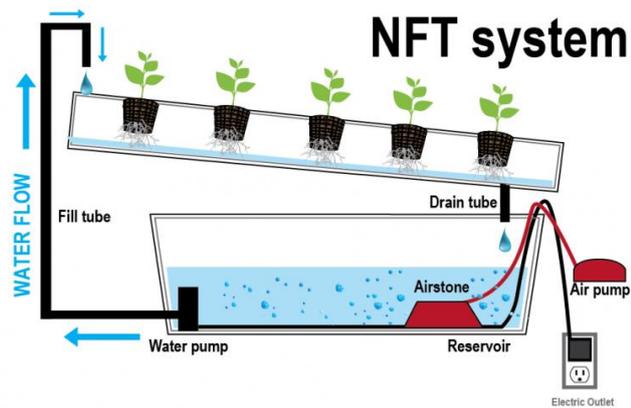
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Hidroponik

Hidroponik berasal dari bahasa Yunani yang dibagi menjadi dua suku kata, *hydro* yang artinya air dan *porous* artinya bekerja. Artinya, hidroponik merupakan teknik menanam tanpa tanah dengan pemanfaatan air sebagai media penyaluran nutrisi. Perbedaan yang paling mencolok antara hidroponik dan cara budidaya konvensional adalah bahwa suplai hara pada budidaya konvensional sangat tergantung pada kemampuan tanah untuk menyediakan nutrisi dalam jumlah yang cukup.

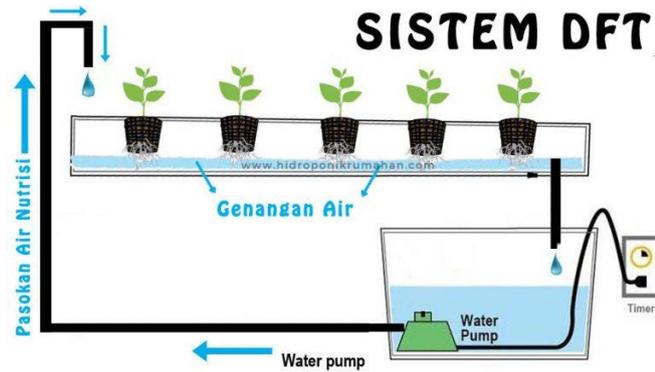
Hidroponik biasanya digunakan untuk menanam sayur dan buah. Bahkan beberapa tanaman sayur dan buah telah banyak ditanam secara hidroponik. Seperti kangkung, salad, pakchoi, tomat, dan lain-lain. Penggunaan teknik hidroponik dapat berhasil atas dasar kebutuhan nutrisi yang cukup dari media tanam tempat tumbuhnya, dengan tanaman tersebut. Dengan demikian, terbukti bahwa unsur esensial yang dibutuhkan tanaman bukanlah tanah, tetapi cadangan air maupun nutrisi yang terkandung di dalam tanah yang diserap oleh akar yang juga sebagai penunjang yang diberikan antara tanah dan tumbuhan.



Gambar 2.1 NFT System

Sumber: hidroponikrumahan.com

Nutrient Film Technique (NFT) maupun *Deep Flow Technique* (DFT) merupakan salah satu teknik hidroponik yang marak digunakan. NFT (seperti pada gambar 2.1) dilakukan dengan pengaliran nutrisi ke tumbuhan secara tipis (*Film*). Hal ini bertujuan agar akar dari tanaman dapat memperoleh asupan air maupun oksigen yang cukup. Keunggulan dari sistem ini adalah pertumbuhan tanaman dapat lebih cepat dan seragam, sangat mudah dalam hal pengontrolan nutrisinya karena sirkulasi yang cepat, dan juga resiko pengendapan kotoran lebih sedikit. Adapun kekurangan sistem ini adalah sangat bergantungnya pada listrik, penyebaran penyakit akan sangat cepat (contohnya jamur air), serta instalasi peralatan sistem ini yang membutuhkan biaya yang tidak sedikit.



Gambar 2.2 DFT System

Sumber: hidroponikrumahan.com

Pada sistem hidroponik DFT atau *Deep Flow Technique* (seperti pada gambar 2.2), dilakukan dengan cara yang hampir mirip dengan NFT yaitu dengan pengaliran larutan nutrisi secara terus menerus, namun dengan wadah media tanam yang memungkinkan untuk menampung air atau memungkinkan untuk terjadinya pengendapan. Teknik ini digunakan untuk solusi dari ketidakstabilan listrik yang dimiliki media tanam, sehingga tanaman dapat tetap mendapatkan asupan air walaupun pompa tidak berjalan. Adapun kekurangan yang dimiliki oleh Sistem Hidroponik DFT ini adalah dapat terjadi busuk akar akibat dari akar yang terendam secara berlebihan, selain itu kebutuhan air yang lebih banyak mengakibatkan penggunaan larutan nutrisi A dan B lebih banyak. Hal lain yang terjadi adalah suplai oksigen untuk akar akan menjadi lebih sedikit karena akar yang tenggelam.

2.2 Estimasi Total Dissolved Solids Pada Nutrisi

Pada dasarnya sistem hidroponik menggunakan air untuk mengedarkan larutan nutrisi ke tanaman. Larutan hara atau pupuk yang paling umum digunakan untuk

hidroponik adalah larutan A dan B (biasa disebut pupuk AB mix). Penggunaan pupuk ini cocok untuk budidaya kecil atau dalam penelitian. Pupuk perlu dicampur antara pupuk A dan B. Rasio antara pupuk A dan B adalah satu banding satu.

Ketidakstabilan konsentrasi hara pada media tanam dapat menyebabkan terhambatnya pertumbuhan tanaman. Untuk larutan nutrisi dalam sistem campuran (pupuk A dan B) harus terus dikontrol agar sesuai dengan daya serap tanaman. Pupuk A dan B harus dicampur bersama pada konsentrasi yang sesuai untuk setiap tanaman. Konsentrasi ini diukur dengan menggunakan satuan PPM (*Part Per Million*).



Gambar 2.3 TDS Meter

Sumber: <https://mitalom.com/>

EC yang merupakan singkatan dari *Electrical Conductivity* adalah daya hantar listrik suatu larutan nutrisi. Nilai EC dapat dipengaruhi oleh kepekatan, maupun kandungan asam dari larutan nutrisi. Sensor EC dan sensor suhu dibutuhkan dalam sistem ini, Hasil pembacaan nilai EC dan sensor suhu akan diubah menjadi nilai

digital, yang kemudian diproses oleh *microcontroller* untuk mendapatkan hasil estimasi nilai PPM. Nilai PPM didapatkan dengan persamaan berikut:

$$EC25 = \frac{1}{1 + \text{TemperatureCoef} * (\text{Temperature} - 25.0)} \quad (1)$$

$$TDS = EC25 * (\text{PPMconversion} * 1000) \quad (2)$$

EC25 pada persamaan (1) merupakan nilai *Electro Conductivity* yang telah dikompensasi dengan suhu bacaan sensor, sehingga mendapatkan nilai EC pada saat suhu nutrisi 25 °C. Persamaan (2) digunakan untuk mendapatkan nilai TDS dari nilai EC25 yang sudah dicari tadi.

Nilai *Total Dissolved Solids* (TDS) ini tentunya harus dikalibrasi agar hasil pembacaan akurat. Pengkalibrasian dilakukan menggunakan alat TDS meter (seperti pada gambar 2.3), dimana alat ini sudah terstandarisasi. Tujuan dari kalibrasi sistem dengan TDS meter adalah penyamaan nilai hasil pembacaan, sehingga alat yang digunakan mendapatkan hasil yang akurat dan optimal.

2.3 Sistem Kendali PID

Sistem kendali *Proportional, Integral, and Derivative* (PID), merupakan controller yang digunakan untuk menentukan kepresisian aktuator suatu sistem instrumentasi yang sedang bekerja. Prinsip kerja di balik pengontrol PID adalah ketentuan *proporsional, integral, dan derivatif* harus disesuaikan secara individual

atau "disetel". Berdasarkan perbedaan antara nilai-nilai ini faktor koreksi dihitung dan diterapkan pada *input*.

$$mv(t) = Kp (e(t) + \frac{1}{Ti} \int_0^t e(t)dt + Td \frac{de(t)}{dt}) \quad (3)$$

Pada persamaan (3) diatas, dilihat persamaan PID dengan ketiga komponen P, I, dan D. Pengontrol ini banyak digunakan dalam dunia industri, dengan memberikan aksi kepada *Control Valve* dari hasil *error* sistem *loop* tertutup. *Proportional, Integratif, dan Derivatif* dapat dipakai secara bersama maupun hanya beberapa tergantung dari respon yang diinginkan terhadap suatu plant.

Proporsional

Dalam persamaan PID terdapat Kp dimana Kp adalah Konstanta Proporsional. *Gain* atau penguat dapat diperoleh dari penggunaan Proporsioal. Namun *controller* P ini memiliki banyak keterbatasan karena sifat kontrol yang dibutuhkan adalah hasil yang *steady*. Namun dalam aplikasi yang sederhana, Proporsional ini dapat memperbaiki respon transien, *rise time* dan *settling time*. Pengontrol proporsional ini memiliki *output* yang sebanding/proporsional dengan besarnya sinyal *error*.

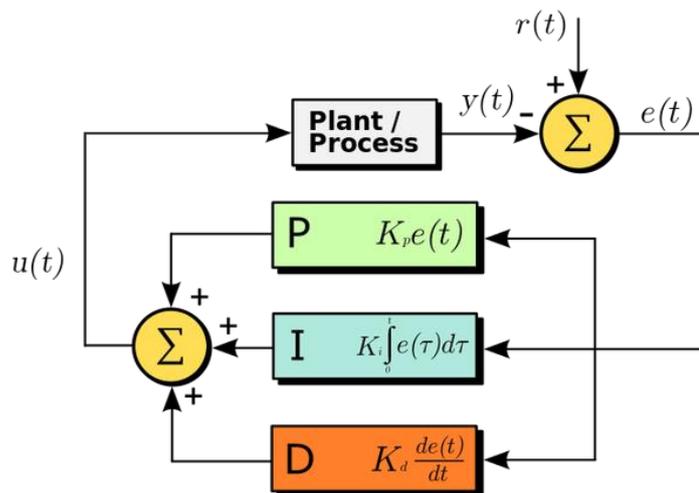
Penyesuaian proporsional melibatkan koreksi target yang proporsional dengan perbedaan. Dengan demikian, nilai dari target tidak pernah tercapai karena selalu terdapat perbedaan walaupun mendekati nol, demikian juga koreksi yang diterapkan.

Integral

Tuning integral adalah proses percobaan untuk memperbaiki *error* yang dihasilkan P, dan secara efektif membaca hasil *error* dari tindakan Proporsional dengan tujuan untuk meningkatkan faktor koreksi. Misalnya, jika oven tetap di bawah suhu, Integral akan bertindak untuk meningkatkan *Controller*.

Derivatif

Tuning Deriavatif ditujukan untuk meminimalkan *overshoot* ini dengan memperlambat faktor koreksi yang diterapkan saat target mudah untuk didekati.



Gambar 2.4 Block Diagram PID

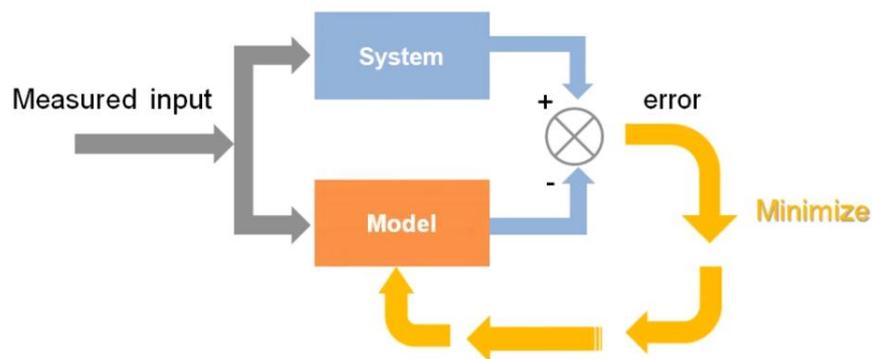
Sumber: <https://putraekapermana.wordpress.com/>

Gambar 2.4 merupakan blok diagram dari suatu sistem yang dikendalikan dengan metode PID. Dimana *setpoint* merupakan titik stabil dari suatu sistem, dan nilai parameter P, I, dan D akan disesuaikan dengan fungsi alih dari suatu sistem

yang ingin dikendalikan. Pada sistem ini, digunakan fungsi PID Tuner pada matlab sebagai penentuan parameter PID sesuai dengan respon sistem yang diinginkan.

2.3.1 Penentuan Fungsi Alih Sistem

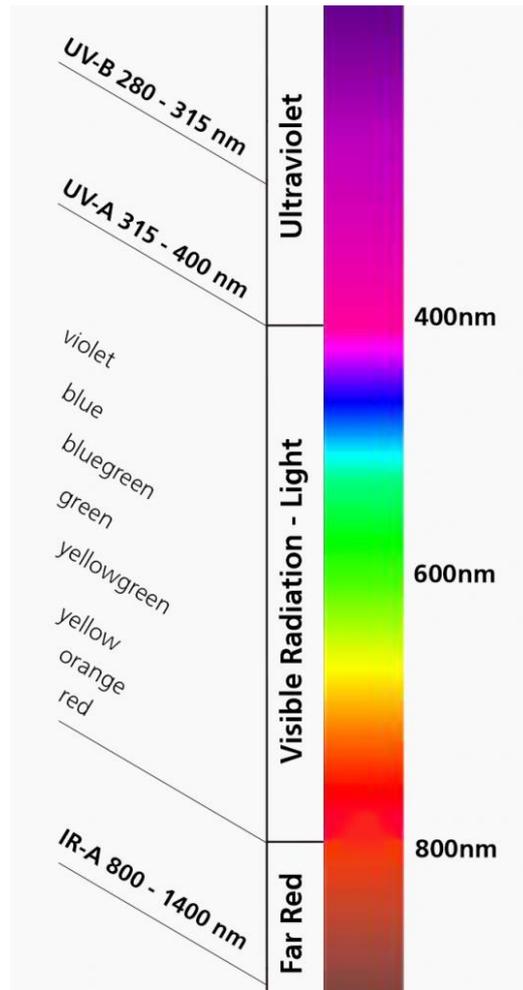
Untuk mencari persamaan dari intensitas lampu yang dipakai (*lux*), *CO₂ Flow* (PPM), serta *Total Dissolved Solids* pada nutrisi (PPM), maka digunakanlah *toolbox* dari matlab berupa *Matlab Identification Toolbox*. Pertama-tama sistem diberikan input berupa *unit step*, lalu dilihat respon sistem yang dibaca melalui *sensor* pada sistem. *System Identification Toolbox* menyediakan fungsi untuk membangun model matematika sistem dinamis dari data *input-output* yang diukur. Hal ini memungkinkan untuk membuat dan menggunakan model sistem dinamis yang tidak mudah untuk dimodelkan. Dengan menggunakan data *input-output* domain waktu dan domain frekuensi untuk mengidentifikasi fungsi transfer waktu kontinu dan waktu diskrit, model proses, dan model ruang-keadaan seperti yang digambarkan pada diagram blok gambar 2.5.



Gambar 2.5 Block Diagram Identification Tool

2.4 Spektrum Warna

Variasi warna lampu *LED Grow Light* melalui berbagai penelitian telah menunjukkan bahwa warna tertentu mempengaruhi pertumbuhan tanaman, mempengaruhi pembentukan akar dan bunga. Siklus pertumbuhan normal terjadi jika *plant* terkena lampu tumbuh biru dan merah. Menambahkan warna lain ke spektrum, seperti hijau, merah tua dan biru tua mungkin dapat membantu proses keseluruhan untuk menghasilkan tanaman berkualitas yang lebih tinggi. Spektrum yang berisi semua warna disebut spektrum penuh dan sebagian besar menyerupai sinar matahari. Jika memiliki proporsi hijau yang tinggi, cahaya akan tampak putih di mata manusia, merupakan faktor penting untuk pertumbuhan tanaman, hal membuat pekerjaan di sekitar *plant* menjadi lebih mudah dan dapat dilakukan inspeksi secara visual dari tanaman yang diteliti.



Gambar 2.6 Tingkatan Spektrum Warna Pada LED

Sumber: www.valoya.com

Pengaruh spektrum warna terhadap pertumbuhan tanaman dapat dilihat sebagai berikut:

1. Ultra Violet: Spektrum warna Ultra Violet digunakan sebagai tindakan proteksi, menggantikan fungsi dari stimulasi bahan kimia penolak serangga. Meningkatkan akumulasi pigmen hijau pada daun, mempengaruhi morfologi daun dan tanaman.

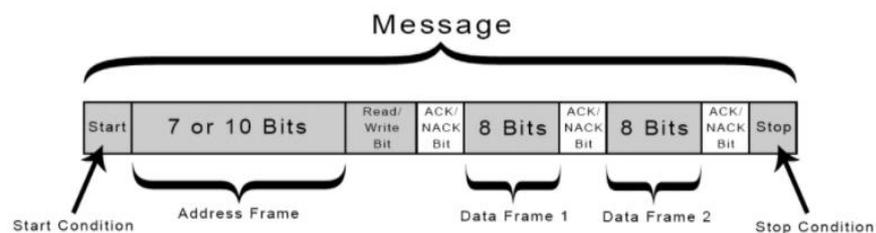
2. Biru: Spektrum biru digunakan untuk merangsang pembukaan stomata, penghambatan pemanjangan batang, daun lebih tebal, orientasi terhadap cahaya dan pembungaan fotoperiodik.
3. Hijau, Kuning, Oranye: Berlawanan dengan cahaya biru, spektrum warna ini merangsang penutupan stomata, namun dapat meningkatkan fotosintesis pada lapisan sel yang lebih dalam.
4. Merah: Spektrum warna ini merupakan komponen utama diperlukan untuk proses fotosintesis, serta penghambatan pemanjangan batang.
5. Merah terang: Spectrum warna ini merangsang perpanjangan batang dan tumbuhnya bunga.

2.5 Tipburn Pada Tanaman

Tipburn pada tanaman merupakan kondisi fisik dimana daun pada tanaman baik ujung luar maupun ujung dalam mengalami layu atau menguning. Kondisi ini biasanya terjadi ketika seorang petani ingin mencoba menghasilkan tanaman mereka panen dalam waktu yang singkat. Contohnya dalam kasus selada yang terjadi adalah kalsium tidak dapat diangkut cukup cepat dan dalam jumlah yang cukup ke jaringan daun muda (yang berkembang dengan cepat). *Tipburn* ini sangat berdampak bagi kelayakan hasil panen. Hal ini dapat diantisipasi dengan berbagai hal, utamanya adalah dengan pemberian nutrisi dengan jumlah yang sesuai dan komposisi yang cocok, hingga meningkatkan laju transpirasi tanaman. Hal ini dibuktikan baik peneliti dan petani telah menemukan bahwa laju serapan hara, termasuk kalsium, dapat ditingkatkan dengan merangsang transpirasi tanaman.

2.6 Komunikasi I2C

I2C adalah protokol komunikasi *serial*, sehingga data dapat ditransfer melalui kabel tunggal (jalur SDA). Seperti SPI, I2C bersifat sinkron, sehingga *output* bit disinkronkan ke pengambilan sampel bit oleh sinyal *clock* yang dibagikan antara *master* dan *slave*. Sinyal clock selalu dikontrol oleh master. Dengan I2C, data ditransfer dalam pesan. Pesan dipecah menjadi beberapa bingkai data. Setiap pesan memiliki bingkai alamat yang berisi alamat biner *slave*, dan satu atau lebih bingkai data yang berisi data yang sedang dikirim. Pesan tersebut juga mencakup kondisi *start* dan *stop*, bit baca / tulis, dan bit ACK / NACK antara setiap bingkai data.



Gambar 2.7 Bingkai Data I2C

Kondisi Mulai: Pada Jalur SDA beralih dari level tegangan tinggi ke level tegangan rendah sebelum Jalur SCL beralih dari tinggi ke rendah.

Kondisi Berhenti: Saluran SDA beralih dari level tegangan rendah ke level tegangan tinggi setelah saluran SCL beralih dari rendah ke tinggi.

Address Frame: Urutan 7 atau 10 bit yang unik untuk setiap slave yang mengidentifikasi budak ketika tuan ingin berbicara dengannya.

Read/Write Bit: Bit tunggal yang menentukan apakah master mengirim data ke slave (level tegangan rendah) atau meminta data darinya (level tegangan tinggi).

ACK/NACK Bit: Setiap frame dalam pesan (8 bit) diikuti dengan bit yang diterima/tidak. Jika bingkai alamat atau bingkai data berhasil diterima, bit ACK dikembalikan ke pengirim dari perangkat penerima.