

BAB I

PENDAHULUAN

Sistem adalah susunan komponen-komponen fisik yang dihubungkan atau berhubungan sedemikian rupa sehingga membentuk suatu kesatuan keseluruhan. Sedangkan sistem pengendalian atau kadang disebut dengan sistem pengaturan adalah susunan komponen fisik yang dihubungkan sedemikian rupa sehingga memerintah, mengarahkan atau mengatur sistem itu sendiri atau sistem lain.

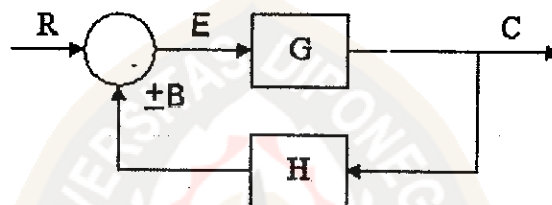
Sistem pengendalian menetapkan atau mendefinisikan keluaran dan masukan, jika keluaran dan masukan telah ditentukan maka dapat ditetapkan atau didefinisikan sifat dari komponen-komponen sistem itu.

Masukan atau input adalah rangsangan yang ditetapkan ke sebuah sistem pengendalian dari sumber energi luar, agar menghasilkan tanggapan tertentu dari sistem pengendalian itu. Sedangkan keluaran atau output merupakan tanggapan sebenarnya yang diperoleh dari sebuah sistem pengendalian.

Sistem pengendalian digolongkan kedalam dua katagori umum yaitu sistem untaian terbuka dan sistem untaian tertutup. Perbedaannya ditentukan oleh tindakan pengendalian, dalam hal ini bertanggung jawab menggerakkan sistem untuk menghasilkan keluarannya.

Umpan balik merupakan ciri khas dari suatu sistem untai tertutup yang memungkinkan keluarannya bisa dibandingkan dengan masukan sistem itu sedemikian rupa agar tindakan pengendalian yang tepat sebagai fungsi dari keluaran dan masukan bisa terjadi.

Sistem pengendalian umpan balik sederhana dapat digambarkan dalam diagram blok sebagai berikut :



Gambar 1.

dimana R adalah masukan acuan

E adalah isyarat penggerak

B adalah isyarat umpan balik primer

C adalah keluaran terkendali

G adalah fungsi alih maju

H adalah fungsi alih umpan balik

GH adalah fungsi alih untai terbuka

$\frac{C}{R}$ adalah fungsi alih untai tertutup

dimana
$$\frac{C}{R} = \frac{G}{1 \pm GH}$$

Fungsi alih dari suatu sistem didefinisikan sebagai perbandingan antara keluaran dan masukan sistem tersebut dan merupakan suatu pernyataan fungsi rasional yaitu :

$$G(s) = \frac{\sum_{l=0}^m b_l s^l}{\sum_{l=0}^n a_l s^l} = \frac{b_m s^m + b_{m-1} s^{m-1} + \dots + b_0}{a_n s^n + a_{n-1} s^{n-1} + \dots + a_0}$$

dengan $n \geq m$ dan koefisien-koefisien a_i dan b_i adalah konstanta. s adalah suatu variabel kompleks dalam bentuk $s = \sigma + j\omega$ dengan σ dan ω merupakan variabel-variabel riil dan $j = \sqrt{-1}$.

Fungsi rasional $G(s)$ diatas dapat ditulis sebagai :

$$G(s) = \frac{b_m \sum_{l=0}^m \frac{b_l}{b_m} s^l}{\sum_{l=0}^n a_l s^l} = \frac{b_m \prod_{l=1}^m (s + z_l)}{\prod_{l=1}^n (s + p_l)}$$

Harga-harga variabel kompleks s yang menyebabkan $|G(s)|$ menjadi 0 disebut nol-nol dari $G(s)$ yaitu $s = -z_i$, untuk $i = 1, 2, 3, \dots, m$.

Harga-harga variabel kompleks s yang menyebabkan $|G(s)|$ menjadi tidak berhingga disebut kutub-kutub dari $G(s)$ yaitu $s = -p_i$, untuk $i = 1, 2, 3, \dots, n$.

Fungsi alih untai terbuka GH dapat dinyatakan sebagai :

$$GH = \frac{KN(s)}{D(s)} = \frac{K(s^m + a_{m-1} s^{m-1} + \dots + a_0)}{s^n + b_{n-1} s^{n-1} + \dots + b_0}$$

dengan $N(s)$ dan $D(s)$ merupakan polinom-polinom dalam variabel kompleks s , dengan koefisien-koefisien a dan b bilangan riil namun akar-akar

polinomial tersebut bisa kompleks, $n \geq m$ dan K adalah tetapan gain (penguat).

Maka fungsi alih untai tertutup menjadi :

$$\frac{C}{R} = \frac{G}{1 \pm GH} = \frac{G}{1 \pm KN(s)/D(s)} = \frac{GD(s)}{D(s) \pm KN(s)}$$

Kutub-kutub untai tertutupnya adalah akar-akar dari persamaan karakteristik $D(s) \pm KN(s) = 0$. Tempat akar-akar tersebut di bidang- s berubah-ubah seperti berubahnya tetapan K . Adanya umpan balik pada suatu sistem pengendalian menimbulkan kecenderungan menuju osilasi atau ketidakstabilan. Pada umumnya membicarakan stabil atau tidak stabilnya suatu sistem pengendalian selalu dihubungkan dengan berguna atau tidak bergunanya sistem pengendalian tersebut. Sistem yang stabil dianggap berguna atau setidaknya lebih berguna dari sistem yang tidak stabil. Sehingga sangat penting untuk mengetahui apakah suatu sistem pengendalian itu stabil atau tidak stabil.

Masalah utama dalam sistem pengendalian umpan balik adalah bagaimana menguji kestabilan sistem itu. Dalam hal ini penulis gunakan analisa root locus untuk menguji kestabilan suatu sistem pengendalian umpan balik. Dimana root locus adalah letak akar-akar persamaan karakteristik dari suatu sistem yang dimaksud pada bidang- s , dimana penguat (gain) dari fungsi alih untai terbuka menjadi variabel, dengan nilai K dari 0 sampai ∞ . Disini sistem yang akan diuji kestabilannya adalah sistem pengendalian umpan balik linier yang telah diketahui hubungan

antara masukan dan keluarannya dalam bentuk matematis yaitu dalam bentuk persamaan differensial linier.

Dalam bab II akan dipaparkan teori penunjang, yakni teori-teori dasar matematika yang akan menunjang bab-bab selanjutnya, antara lain tentang variabel kompleks, transformasi Laplace, transformasi Laplace Invers, peta kutub-nol pada bidang kompleks, diagram blok dan susunan Routh. Dalam hal ini penulis menganggap pembaca telah memahami tentang persamaan differensial terutama persamaan differensial linier .

Pada bab III akan dibahas tentang sistem pengendalian umpan balik, fungsi alih serta kestabilan sistem pengendalian umpan balik. Pembahasan mengenai uji kestabilan sistem pengendalian umpan balik dengan analisis root locus akan dijumpai pada bab IV, sedangkan kesimpulan akan disajikan dalam bab tersendiri sebagai inti dari pembahasan skripsi ini.