

## BAB I

### PENDAHULUAN

Teknik desain penempatan pole merupakan salah satu dari beberapa macam teknik penentuan kestabilan sistem. Teknik desain penempatan pole adalah desain melalui pendekatan penempatan pole lup tertutup dalam lokasi yang diinginkan pada bidang  $z$ . Jika suatu sistem dalam keadaan terkontrol secara lengkap, maka pole lup tertutup dalam bidang  $z$  atau akar-akar persamaan karakteristik dapat dipilih.

Sistem dapat disajikan dalam bentuk persamaan matriks. Sistem kontrol adalah susunan komponen fisik yang dihubungkan sedemikian rupa sehingga dapat memerintah, mengarahkan, mengatur diri sendiri atau sistem lain (Ogata, K., 1995). Sistem kontrol lup tertutup merupakan sistem kontrol umpan balik karena sinyal keluarannya mempunyai pengaruh langsung terhadap aksi pengontrolan. Salah satu sifat penting pada umpan balik keadaan adalah dapat digunakan untuk mengontrol nilai eigen (akar persamaan karakteristik) pada sistem kontrol lup tertutup. Dengan umpan balik keadaan ini dapat diketahui kestabilan sistem.

Pada [10] telah dibahas tentang teknik desain penempatan pole ketika sinyal kontrol  $u(k)$  adalah skalar. Dalam pembahasan tersebut matriks masukan  $H$  merupakan suatu matriks  $n \times 1$  dan matriks umpan balik keadaan  $K$  adalah suatu matriks  $1 \times n$ . Selanjutnya dalam tulisan ini akan dibahas untuk kasus dimana  $u(k)$  adalah suatu vektor,  $H$  adalah suatu matriks  $n \times r$  dan matriks umpan balik

keadaan  $K$  adalah suatu matriks  $r \times n$ . Dalam kontrol vektor, penentuan matriks keadaan umpan balik  $K$  menjadi lebih kompleks dibanding dengan kontrol skalar.

Didefinisikan suatu sistem linier waktu diskrit tidak bergantung terhadap waktu (*Linear Time-Invariant Discrete-Time System*)

$$x(k+1) = G x(k) + H u(k) \quad (1.1)$$

dimana

$x(k)$  = vektor keadaan ( $n$ -vektor)

$u(k)$  = sinyal kontrol (skalar)

$G$  =  $n \times n$  matriks

$H$  =  $n \times 1$  matriks

Diasumsikan bahwa besarnya sinyal kontrol  $u(k)$  adalah tidak terbatas. Bila sinyal kontrol  $u(k)$  dipilih sebagai

$$u(k) = -K x(k),$$

dimana  $K$  adalah matriks umpan balik keadaan yaitu matriks  $1 \times n$ , maka sistem menjadi sistem kontrol lup tertutup dan persamaan keadaan menjadi

$$x(k+1) = (G - HK) x(k)$$

Dengan catatan bahwa nilai eigen dari  $G - HK$  adalah pole-pole lup tertutup yang diinginkan, yaitu  $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n$ . Pada persamaan (1.1), sinyal kontrol  $u(k)$  adalah suatu bentuk skalar dan  $H$  adalah suatu  $n \times 1$  matriks, selanjutnya dalam tugas akhir ini permasalahan yang dibahas adalah :

1. Bagaimana konsep keterkontrolan pada sistem kontrol linear waktu diskrit serta invarian terhadap waktu (tidak berubah terhadap waktu).

2. Bagaimana menentukan matriks keadaan umpan balik (K), bila kontrol vektor  $u(k)$  merupakan suatu r-vektor .
3. Bagaimana desain penempatan pole pada saat kontrol vektor  $u(k)$  merupakan suatu r-vektor .

Tugas akhir ini terdiri dari 4 (empat) bab. Bab I, Pendahuluan, berisi latar belakang permasalahan, perumusan masalah dan pembatasannya serta sistematika pembahasan. Bab II, Materi Penunjang, merupakan materi-materi untuk menunjang pembahasan dari tugas akhir ini. Materi Penunjang pada bab tersebut diantaranya nilai eigen dan vektor eigen, diagonalisasi matriks, matriks konjugat, transpos matriks, transpos konjugat, polinomial matriks  $n \times n$ , polinomial karakteristik, Teorema Cayley-Hamilton, transformasi-z, matriks fungsi alih, keterkontrolan, syarat keterkontrolan lengkap pada bidang z, dan penyelesaian masalah penempatan pole pada sistem kontrol lup tertutup untuk kasus kontrol skalar. Bab III, Penentuan Kestabilan Sistem Kontrol Lup Tertutup Waktu Diskrit Dengan Teknik Penempatan Pole Untuk Kasus Kontrol Vektor, merupakan inti dari penulisan Tugas Akhir ini. Untuk melengkapi pembahasan diberikan juga contoh-contoh soal dan penyelesaian. Bab IV, Penutup, merupakan bab terakhir yang berisi kesimpulan dari hasil pembahasan.