BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

Penulisan tugas akhir ini membahas penyelesaian kestabilan sistem kontrol loop tertutup waktu diskrit dengan metode transformasi ke bentuk kanonik teramati. Dalam penelitian ini akan dilakukan tahapan-tahapan sebagai berikut:

1. Diketahui persamaan karakteristik (2.32).
2. Persamaan karakteristik pada langkah no.1 diubah ke Persamaan fungsi *pulse transfer* seperti pada Persamaan 2.33 menggunakan transformasi *z.*
3. Diberikan fungsi *pulse transfer* sebagai berikut:

$$\frac{y(z)}{u(z)} = \frac{b_0 z^n + b_1 z^{n-1} + \cdots + b_n}{z^n + a_1 z^{n-1} + \cdots + a_n}$$

4. Fungsi *pulse tranfer* pada langkah pertama dapat direpresentasikan ke bentuk kanonik teramati sebagai berikut:

$$\begin{bmatrix} x_{1_{k+1}} \\ x_{2_{k+1}} \\ \vdots \\ x_{n-1_{k+1}} \\ x_{n_{k+1}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & -a_n \\ 1 & 0 & \dots & 0 & 0 & -a_{n-1} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & 1 & 0 & -a_2 \\ 0 & 0 & \dots & 0 & 1 & -a_1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_{1_k} \\ x_{2_k} \\ \vdots \\ x_{n-1_k} \\ x_{n_k} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} b_n - a_n b_0 \\ b_{n-1} - a_{n-1} b_0 \\ \vdots \\ b_2 - a_2 b_0 \\ b_1 - a_1 b_0 \end{bmatrix} \boldsymbol{u}_k$$

dengan persamaan output yaitu

$$y_k = \begin{bmatrix} 0 & 0 & \dots & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_{1_k} \\ x_{2_k} \\ \vdots \\ x_{n-1_k} \\ x_{n_k} \end{bmatrix} + b_0 \boldsymbol{u}_k$$

5. Dibentuk Persamaan Hamilton berdasarkan persamaan dinamik diskrit dan fungsi tujuan diskrit pada langkah no 4, dengan Persamaan sebagai berikut:

$$H^k = L^k(\boldsymbol{x}_k, \boldsymbol{u}_k) + \lambda_{k+1}^T f^k(\boldsymbol{x}_k, \boldsymbol{u}_k)$$

6. Selanjutnya, dibentuk Persamaan *state*, *costate* dan kondisi *stationer* dari Persamaan Hamilton dengan Persamaan sebagai berikut:

   Persamaan *state* : $\boldsymbol{x}_{k+1} = \frac{\partial H^k}{\partial \boldsymbol{\lambda}_{k+1}}$

   Persamaan *costate* : $\boldsymbol{\lambda}_k = \frac{\partial H^k}{\partial \boldsymbol{x}_k}$

   Kondisi *stationer* : $0 = \frac{\partial H^k}{\partial \boldsymbol{u}_k}$
7. Berdasarkan langkah no 6, dibentuk Persamaan Riccati.
8. Kemudian dicari solusi dari Persamaan Riccati pada langkah no 7.
9. Selanjutnya solusi Persamaan Riccati dari langkah no 8, akan dibentuk fungsi kendali yang diinginkan.
10. Berdasarkan fungsi kendali yang diperoleh dari langkah no 9, disubstitusikan fungsi kendali tersebut ke Persamaan dinamik diskrit pada langkah no 4, kemudian akan dianalisa kestabilannya dengan cara sebagai berikut.
    a. Dibentuk Persamaan $A^T SA - S = -Q$.
    b. Kemudian tentukan matriks S.
    c. Selanjutnya dicari nilai eigen pada matriks S, dengan syarat kestabilan yaitu:

       Jika nilai $\lambda \geq 0$ maka stabil asimtotik.

       Jika nilai $\lambda \leq 0$ maka tidak stabil asimtotik.