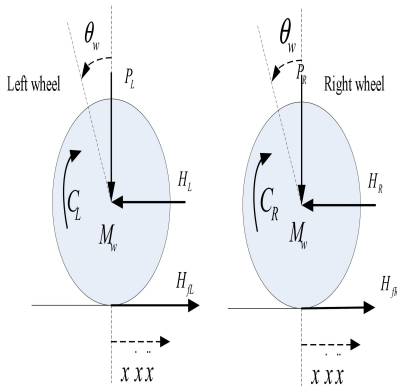




Pemodelan dan Simulasi Self Balancing Robot menggunakan Kendali LQR

Description

Artikel ini mengambil referensi dari International Conference IEEE yang berjudul [Modeling and Simulation for Self-balance System](#) yang ditulis oleh Sun Jun dan Wan Minglun pada [International Conference on Digital Manufacturing & Automation](#) tahun 2010. Berdasarkan paparan dari paper tersebut, berikut step by step untuk memperoleh *state-space* model sistem Self Balancing Robot:

1. *State variable* yang dipilih (sistem koordinat)
2. Persamaan pada kedua roda
3. Persamaan *body robot*
4. Persamaan non-linier
5. Linierisasi

Setelah step-step tersebut, maka didapat hasil dari *state-space system* sebagai berikut:

$$A = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -2M_p^2 l^2 R^2 g & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{(2M_p l^2 + I_p)(M_p R^2 + 2M_w R^2 + 2I_w) - 2M_p^2 l^2 R^2}{(2M_p l^2 + I_p)(M_p R^2 + 2M_w R^2 + 2I_w) - 2M_p^2 l^2 R^2} & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{M_p g l (M_p R^2 + 2M_w R^2 + 2I_w)}{(2M_p l^2 + I_p)(M_p R^2 + 2M_w R^2 + 2I_w) - 2M_p^2 l^2 R^2} & 0 & 0 \end{pmatrix},$$

$$B = \begin{pmatrix} 0 \\ \frac{(2M_p l^2 R + I_p R)}{(2M_p l^2 + I_p)(M_p R^2 + 2M_w R^2 + 2I_w) - 2M_p^2 l^2 R^2} \\ 0 \\ \frac{M_p l R}{(2M_p l^2 + I_p)(M_p R^2 + 2M_w R^2 + 2I_w) - 2M_p^2 l^2 R^2} \end{pmatrix}$$

$$C = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}, X = \begin{bmatrix} x & \dot{x} & \theta_p & \dot{\theta}_p \end{bmatrix}^T, \dot{X} = \begin{bmatrix} \dot{x} & \ddot{x} & \dot{\theta}_p & \ddot{\theta}_p \end{bmatrix}^T, U = \begin{pmatrix} C_R \\ C_L \end{pmatrix}$$

Setelah memperoleh *state-space system* kita dapat mengaplikasikan kendali LQR.

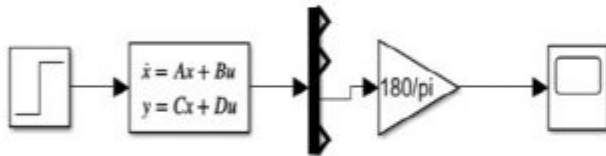
• Simulasi

Simulasi ini menggunakan MATLAB dan Simulink, dimana MATLAB akan digunakan untuk mencari *state feedback gain* K yang selanjutnya akan disimulasikan dengan Simulink. Pertama, tentukan terlebih dahulu spesifikasi sistem *robot self balancing* pada Tabel berikut ini.

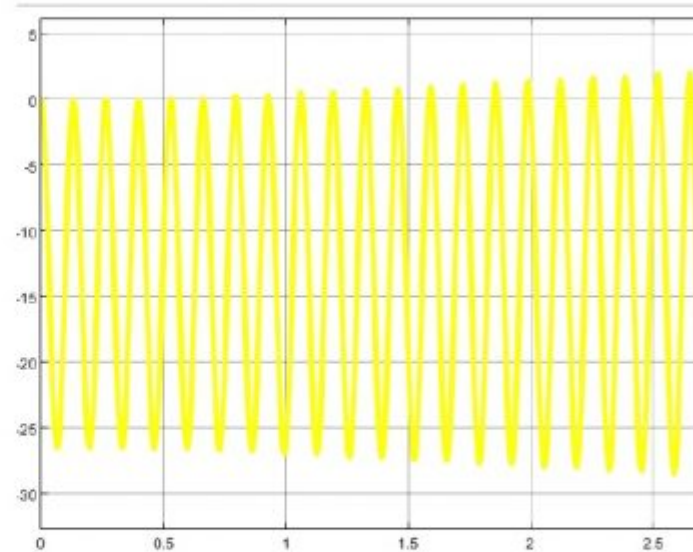
M_p	M_w	I	I_p	I_w	R	g
5.6 kg	0.25 kg	0.185 m	0.0464 kg m ²	0.00048 kg m ²	0.07 m	9.8 m/s ²

1. Open Loop

Blok diagram simulink



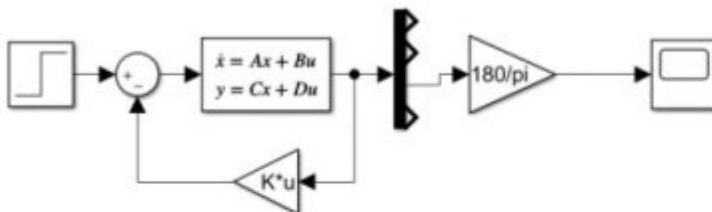
Output simulink



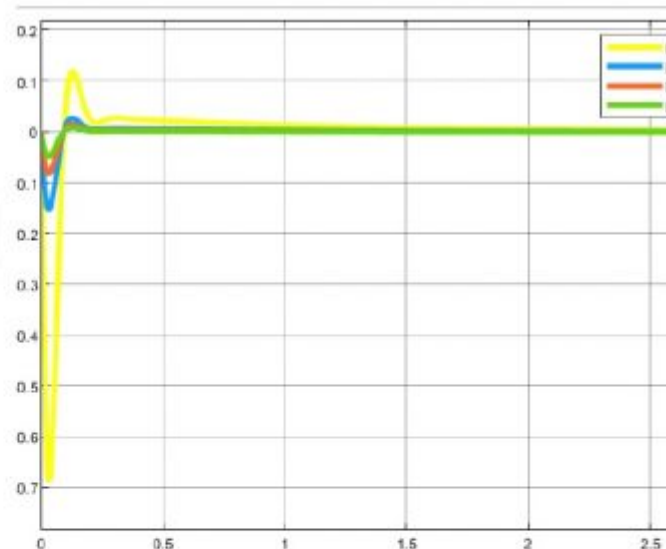
Simulasi *open-loop* dilakukan murni hanya sistem saja tanpa diberi kendali, dimana tidak stabil dan kemiringan lebih dari 25° yang memungkinkan robot terjatuh.

2. LQR

Blok diagram simulink



Output simulink



Simulasi LQR yaitu berupa sistem *closed-loop* yang diberi kendali LQR mengendalikan *output system* agar sesuai yang diinginkan. Beberapa variasi nilai grafik diatas daat diketahui bahwa semakin besar nilai Q maka robot ini akan se stabil dimana pergeseran sudut kurang dari 0.1° .

Untuk lebih detailnya dapat dilihat pada video tutorial berikut!

Disusun oleh Panji Senatama (19/450800/SV/17138)

Category

1. Artikel

Tags

1. Kendali LQR
2. Otomasi Sistem
3. Pemodelan Sistem
4. Self Balancing Robot
5. SV UGM
6. UGM

Date Created

August 6, 2020

Author

fahmizal

default watermark