



Hak cipta dan penggunaan kembali:

Lisensi ini mengizinkan setiap orang untuk mengubah, memperbaiki, dan membuat ciptaan turunan bukan untuk kepentingan komersial, selama anda mencantumkan nama penulis dan melisensikan ciptaan turunan dengan syarat yang serupa dengan ciptaan asli.

Copyright and reuse:

This license lets you remix, tweak, and build upon work non-commercially, as long as you credit the origin creator and license it on your new creations under the identical terms.

BAB III

TINJAUAN PUSTAKA

3.1 Full State Observer

(B. William) menyatakan bahwa suatu Full State Observer adalah sistem kendali yang digunakan untuk mengestimasi semua status dari sistem[6]. *Observer* bisa didesain dalam bentuk waktu kontinu atau waktu diskrit. Karakteristiknya sama dan proses desainnya juga serupa. Karakteristik dari Full State Observer adalah:

1. Tujuan dari *observer* adalah untuk membuat estimasi dari status $x(t)$ berdasarkan pengukuran keluaran sistem $y(t)$ dan input sistem $u(t)$. Input dan output sistem dianggap bisa diukur, tidak ada *noise* dan intereferensi
2. *Observer* menggunakan model matematis dari persamaan status yang direalisasikan dari sistem. Jadi, matrix $\{A, B, C, D\}$ diasumsi diketahui.
3. *Observer* adalah sistem linear dinamis orde ke n dimana n adalah jumlah status variabel di sistem.
4. Mengasumsi *observer* akan digunakan sebagai bagian dari sistem kendali dengan umpan balik, estimasi $\hat{x}(t)$ akan digunakan oleh kontroler sebagaimana merupakan status sebenarnya $x(t)$. Oleh karena itu, dengan sistem kendali penuh dengan umpan balik yang menggunakan *Full State Observer*, sinyal kendali dihasilkan dari $u(t) = -K \hat{x}(t) + Fv(t)$, dimana K adalah $r \times n$ matrix gain kendali yang dipilih untuk menempatkan *eigenvalue* di lokasi tertentu.

5. *Observer* yang dimaksud dalam karakteristik ini adalah sistem deterministik. Diasumsi tidak ada *noise* dari pengukuran atau gangguan yang tak terukur di sistem. Jika ada gangguan atau *noise*, perlu digunakan *filter* Kalman karena menggunakan pengetahuan dari properti statistikal sistemnya saat didesain.

3.1.1 Model Observer

Observer atau estimator memiliki beberapa cara untuk diturunkan persamaan statusnya, dari persamaan asli sistem yang berbentuk seperti Persamaan 3.1.

$$\dot{x}(t) = Ax(t) + Bu(t), \quad y(t) = Cx(t) + Du(t)$$

Persamaan 3.1 Bentuk asli sistem

Estimatornya dimodelkan seperti pada Persamaan 3.2 dimana L adalah matrix $n \times m$ untuk gain estimator. Persamaan status di Persamaan 3.2 melakukan permodelan dari persamaan asli sistem, dengan status asli $x(t)$ diganti dengan estimasi $\hat{x}(t)$, dan perbedaan antara output yang diukur sebenarnya $y(t)$ dengan estimasi $\hat{y}(t)$.

$$\dot{\hat{x}}(t) = A\hat{x}(t) + Bu(t) + L[y(t) - \hat{y}(t)], \quad \hat{y}(t) = C\hat{x}(t) + Du(t)$$

Persamaan 3.2 Bentuk estimator sistem

Dengan melakukan substitusi persamaan $\hat{y}(t)$ ke persamaan status dari estimator akan menghasilkan bentuk alternatif untuk modelnya estimator seperti pada Persamaan 3.3.

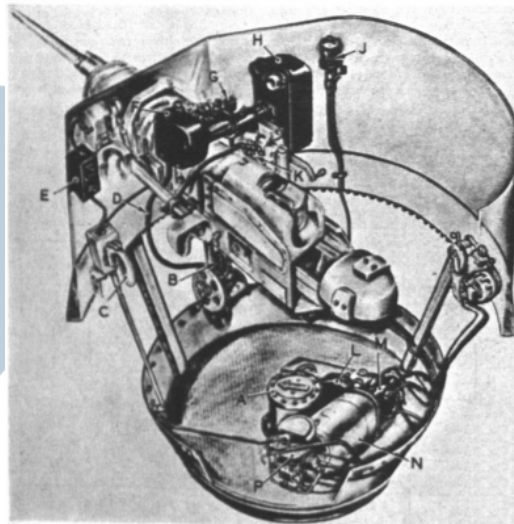
$$\dot{\hat{x}}(t) = A\hat{x}(t) + Bu(t) + Ly(t) - LC\hat{x}(t) - LDu(t) = (A - LC)\hat{x}(t) + (B - LD)u(t) + Ly(t)$$

Persamaan 3.3 Bentuk alternatif estimator

Meskipun matrix D ada di Persamaan 3.3, tidak akan ada pengaruh terhadap estimasi status yang dihasilkan oleh estimator. Ini karena $y(t) - \hat{y}(t) = Cx(t) + Du(t) - C\hat{x}(t) - Du(t) = C[x(t) - \hat{x}(t)]$. Terjadi *cancellation* pada $Du(t)$. Jadi matrix D dianggap tidak ada.

3.3 Spesifikasi sistem

Sistem stabilisasi pada meriam tank sudah di dokumentasikan pada jurnal sejak 1944[7]. Pada jurnal ini, *gyroscope* digunakan untuk mengetahui posisi meriam. Sebagai penggerak meriamnya, sistem menggunakan komponen pneumatik yang berupa silinder dan piston yang disusun seperti *reciprocating compressor*.



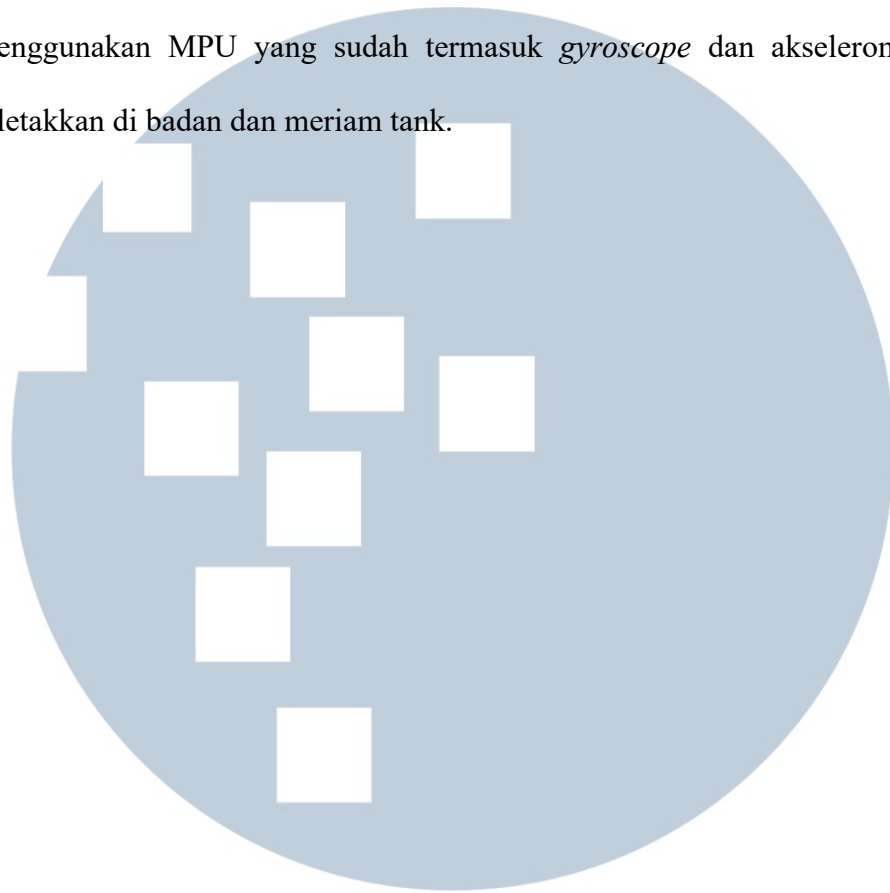
Gambar 3.1 Sistem *stabilizer* pada meriam tank

Mengacu kepada Gambar 3.1, tempat kendali *gyroscope* terletak pada huruf H dan penggerak pneumatik terletak pada huruf P. Sementara, pada proyek yang dikerjakan di kerja magang ini, memanfaatkan dua buah *gyroscope* dimana satu diletakkan di meriam untuk mengetahui posisi meriam, dan satu lagi diletakkan di badan tank untuk mengetahui posisi tank sebagai referensi agar meriam bisa menjaga posisi *setpoint*. Jika pada jurnal ini menggunakan pneumatik sebagai aktuatornya, proyek pada kerja magang ini menggunakan 3 buah servo motor agar lebih mudah untuk direalisasikan, ketiga servo motor ini lalu setelah dapat nilai dari sensor akan menggerakkan meriam dalam 3 sumbu.

Sebagai kontras terhadap zaman, ada jurnal yang lebih modern yang membuat model meriam tank dengan sistem kendali juga[8]. Pada jurnal ini, penulis menggunakan PID sebagai kontroler dengan *neural network tuning*. Ini berarti parameter kontroler PID seperti K_p , K_i , dan K_d didapatkan dari hasil komputasi oleh AI. Lalu ada dua kompensator sebagai komponen tambahan untuk meningkatkan performa sistem. Satu kompensator yang berisi *neural network* untuk *tuning* parameternya. Kompensator ini berguna untuk melakukan kompensasi terhadap gaya gesek *Coulomb*. Sementara, satu kompensator lagi yang tidak menggunakan *neural network* berguna untuk mengkompensasi torsi yang tidak seimbang dari hasil bacaan akselerometer.

Pada proyek independen ini, sistem kendali menggunakan *Full State Observer* seperti di subbab 3.1 dan tidak memanfaatkan *neural network* sebagai *tuner* untuk parameter kontroler, melainkan menggunakan metode *pole placement* untuk mendapatkan parameternya. Lalu, diulangi lagi untuk spesifikasi sistem yang

dikerjakan, servo motor digunakan sebagai aktuator agar lebih praktikal, dan sensor menggunakan MPU yang sudah termasuk *gyroscope* dan akselerometer yang diletakkan di badan dan meriam tank.



UMMN

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA