

Implementasi Kendali PID pada Beban Motor sebagai Simulator Hambatan Jalan

Tugas Akhir

Disusun sebagai salah satu syarat untuk
menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Diploma IV

Oleh

Muhammad Raihan Davyanto Irawan

220341016



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA MEKATRONIKA
JURUSAN TEKNIK OTOMASI MANUFAKTUR DAN MEKATRONIKA
POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG**

2024

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir yang berjudul:

Implementasi Kendali PID pada Beban Motor sebagai Simulator Hambatan Jalan

Oleh:

Muhammad Raihan Davyanto Irawan
220341016

Telah direvisi, disetujui, dan disahkan sebagai Tugas Akhir penutup program
pendidikan Sarjana Terapan (Diploma IV)
Politeknik Manufaktur Bandung

Bandung, 28 Agustus 2024

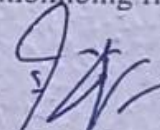
Disetujui,

Pembimbing I,



Dr. Setyawan Ajie Sukarno, S.ST., M.T.
NIP. 198004282008101001

Pembimbing II,



Afaf Fadhil Rifa'i, S.T., M.T.
NIP. 198502282014041002

Disahkan,

Penguji I,



Siti Aminah, S.T., M.T.
NIP. 197408172009122001

Penguji II,



Muhammad Nursyam
Rizal, S.Tr.T., M.Sc.
NIP. 199503012024061001

Penguji III,



Fitria Suryatini, S.Pd., M.T.
NIP. 198804242018032001

PERNYATAAN ORISINALITAS

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Raihan Davyanto Irawan
NIM : 220341016
Jurusan : Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika
Program Studi : Teknologi Rekayasa Mekatronika
Jenjang Studi : Diploma 4
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : Implementasi Kendali PID pada Beban Motor sebagai Simulator Hambatan Jalan

Menyatakan bahwa:

1. Tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri (orisinal) atas bimbingan para Pembimbing.
2. Dalam tugas akhir ini tidak terdapat keseluruhan atau sebagian tulisan orang lain yang saya ambil dengan cara menyalin atau meniru dalam bentuk rangkaian kalimat atau simbol yang menunjukkan gagasan atau pendapat atau pemikiran dari penulis lain, yang saya akui seolah-olah sebagai tulisan saya sendiri, dan/atau tidak terdapat bagian atau keseluruhan tulisan yang saya salin, tiru, atau yang saya ambil dari tulisan orang lain tanpa memberikan pengakuan penulis aslinya (referensi).
3. Bila kemudian terbukti bahwa saya melakukan tindakan yang bertentangan dengan hal tersebut di atas, baik disengaja atau tidak, saya bersedia menerima akibatnya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung
Pada tanggal : 20 – 08 – 2024
Yang Menyatakan,

(Muhammad Raihan Davyanto Irawan)
NIM 220341016

PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Raihan Davyanto Irawan
NIM : 220341016
Jurusan : Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika
Program Studi : Teknologi Rekayasa Mekatronika
Jenjang Studi : Diploma 4
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : Implementasi Kendali PID pada Beban Motor sebagai Simulator Hambatan Jalan

Menyatakan/menyetujui bahwa:

1. Segala bentuk Hak Kekayaan Intelektual terkait dengan tugas akhir tersebut menjadi milik Institusi Politeknik Manufaktur Bandung, yang selanjutnya pengelolaanya berada dibawah Jurusan dan Program Studi, dan diatur sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
2. Memberikan kepada Politeknik Manufaktur Bandung Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right) atas hasil tugas akhir saya tersebut. beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini, maka Politeknik Manufaktur Bandung berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama-nama Dosen Pembimbing dan nama saya sebagai anggota penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung
Pada tanggal : 20 – 08 – 2024
Yang Menyatakan,

(Muhammad Raihan Davyanto Irawan)
NIM 220341016

ABSTRAK

Model estimasi beban jalan digunakan pada sistem kendaraan listrik. Model estimasi beban jalan merupakan siklus berkendara sebagai Hambatan jalan yang melawan kendaraan. Dalam siklus berkendara, Hambatan jalan pada kendaraan sebagai acuan untuk Alat Simulator Hambatan Jalan dengan menggunakan prinsip alat dinamometer. Dinamometer adalah alat yang dapat digunakan untuk pembebanan motor, baik motor bakar maupun motor listrik. Kinerja motor penggerak dengan pembebanan tersebut dapat diukur dengan melihat torsi, daya, dan efisiensi motor. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan alat dengan menggunakan prinsip dinamometer yang dapat mengukur torsi dengan akurat dan sederhana, dengan mengikuti dinamika model hambatan jalan pada siklus berkendara yang sebenarnya. Metode Kuantitatif dalam penelitian ini yang digunakan untuk menganalisis model dinamika hambatan jalan yang sebenarnya berdasarkan estimasi profil permukaan jalan. Alat Simulator Hambatan Jalan memiliki pengaturan beban pada dinamometer hidrolik ini menggunakan kontrol katup yang diatur oleh motor stepper dengan kontrol PID. Untuk melihat karakteristik sistem digunakan software yang mampu membuat untuk melakukan pemodelan, pengendalian, dan simulasi sistem yang dilakukan di Simulink MATLAB. Hasil pengujian menunjukkan Alat Simulator Hambatan Jalan dengan kontrol katup kendali PID dapat memberikan pembebanan pada motor penggerak (SRM). Hasil analisis PID dalam respon sistem dengan respon transient pada simulasi dan aktual menunjukkan error 28,36 %. Alat ini bekerja dengan cara mengukur perubahan tekanan fluida hidrolik yang berbanding sama dengan torsi yang diserap, yang mana dihasilkan oleh alat mesin tersebut. Perubahan tekanan fluida menggunakan motor stepper dengan kontrol PID yang mengacu pada model hambatan jalan.

Kata kunci:Kontrol PID, Dinamometer Hidrolik, Hambatan Jalan, MATLAB

ABSTRACT

The road load estimation model is used in electric vehicle systems. The road load estimation model is a driving cycle as a road obstacle against the vehicle. In the driving cycle, the road resistance on the vehicle as a reference for the Road Resistance Simulator Tool using the principle of a dynamometer tool. A dynamometer is a tool that can be used for motor loading, both combustion motors and electric motors. The performance of the motor with such loading can be measured by looking at the torque, power, and efficiency of the motor. This research aims to develop a tool using the dynamometer principle that can measure torque accurately and simply, by following the dynamics of the road resistance model in the actual driving cycle. Quantitative methods in this research are used to analyse the actual road resistance dynamics model based on the estimated road surface profile. The Road Obstacle Simulator tool has a load setting on this hydraulic dynamometer using valve control which is regulated by a stepper motor with PID control. To see the characteristics of the system, software is used that is able to make modelling, control, and simulation of the system carried out in Simulink MATLAB. The test results show that the Road Obstacle Simulator Tool with PID control valve control can provide loading on the drive motor (SRM). The results of PID analysis in system response with transient response in simulation and actual show an error of 28.36%. This tool works by measuring changes in hydraulic fluid pressure which is proportional to the torque absorbed, which is generated by the machine tool. Changes in fluid pressure using a stepper motor with PID control that refers to the road resistance model.

Keywords: *PID Control, Hydraulic Dynamometer, Road Load, MATLAB*

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Uji jalan kendaraan bergantung pada sejumlah faktor dengan siklus berkendara dan beban jalan. Parameter ini juga mempengaruhi kontrol penggerak, termasuk pengoperasian mesin berkendara dalam mode listrik [1]. Hal ini memerlukan analisis mengenai kendaraan listrik yang dapat dilakukan dengan menggunakan model estimasi permukaan jalan. Dalam pengembangan kendaraan listrik salah satu yang dibutuhkan adalah Simulator Hambatan Jalan dengan acuan menggunakan model hambatan jalan. Simulator Hambatan Jalan dapat dibuat yang terdiri dari motor penggerak sebagai simulator kendaraan listrik dan dinamometer sebagai Simulator Hambatan Jalan [2]. Dengan menggunakan prinsip dinamometer, dapat dilakukan untuk melihat pembebanan pada sebuah motor penggerak sehingga pembebanan tersebut sesuai dengan hambatan jalan. Fungsi dinamometer adalah sebagai pemberi beban secara variabel sesuai dengan mesin yang sedang dihubungkan dengan dinamometer [3] [4].

Dinamometer adalah perangkat mekanis yang dapat mengukur torsi tertentu dengan dua klasifikasi dasar penyerapan (pasif) dan universal (aktif). Dinamometer pasif digerakkan oleh masukan yang diberikan, sedangkan dinamometer aktif dapat menggerakkan sistem serta digerakkan. Dinamometer menguji mesin yang sedang diuji dengan menggerakkan pompa [5]. Alat Simulator Hambatan Jalan merupakan pengembangan dari prinsip alat dinamometer jenis hidrolik, dengan pengaturan beban pada kontrol katup yang menggunakan motor stepper. Motor stepper adalah jenis aktuator yang banyak digunakan di dunia industri, terutama industri manufaktur dan elektromekanik. Hal ini dikarenakan motor stepper memiliki karakteristik yang mampu bekerja dengan baik pada sistem kontrol *open loop* dan *close loop* [6]. Untuk teknik kontrol pada Alat Simulator Hambatan Jalan, pengontrol PID (*Proportional Integral Derivative*) adalah salah satunya yang memberikan kinerja yang andal dan kuat karena

kesederhanaan dan fungsionalitasnya yang jelas dengan pemodelan dan pengendalian [7].

Simulasi sistem menggunakan MATLAB (*Matrix Laboratory*) dengan hasil yang dibahas sesuai faktor hambatan jalan. MATLAB adalah *software* pemrograman yang dapat digunakan untuk memahami konsep-konsep matematika, teknik, dan sains dengan lebih mudah dan efektif. MATLAB juga dapat digunakan untuk menyelesaikan berbagai masalah matematika, teknik, dan sains secara numerik. MATLAB disini, digunakan untuk simulasi, pemodelan, dan analisis data untuk Alat Simulator Hambatan Jalan [8].

Beberapa penelitian terdahulu yang berkaitan dengan Alat Simulator Hambatan Jalan ini menyajikan model estimasi beban jalan yang digunakan dalam kendaraan listrik berdasarkan profil permukaan [2]. Analisa kendaraan listrik dengan pemodelan dinamika hambatan jalan menggunakan simulasi *software* MATLAB Simulink [9]. Dinamometer jenis hidrolik dengan kontrop katup, dapat memberikan pembebanan dari mesin yang diuji (motor penggerak) [4]. Desain dan analisis aktuator kontrol pada dinamometer, membutuhkan metodologi kontrol PID untuk mencapai ketepatan dan akurasi yang diperlukan [10].

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan Pemodelan dinamika hambatan jalan pada siklus berkendara yang diimplementasikan ke Alat Simulator Hambatan Jalan dengan prinsip dinamometer hidrolik dan kontrol PID yang dapat diubah dengan akurat dan sederhana, yang merupakan hal penting dalam mendesain dinamometer. Akurasi diperlukan untuk memastikan bahwa hasil pengukuran torsi akurat, sedangkan kesederhanaan diperlukan untuk memudahkan pengoperasian dan perawatan dinamometer. Pompa alat yang penting dalam penelitian ini karena digunakan untuk mengukur kinerja motor penggerak dengan menggunakan prinsip dinamometer hidrolik. Kinerja motor penggerak dapat diukur dengan mengukur torsi, daya, dan efisiensi motor, yang digunakan untuk mengukur semua parameter ini. Hasil Data ini kemudian digunakan untuk menghitung daya dari hasil objek pengujian. Variasi data pengujian dilakukan dengan mengatur pembukaan katup pada dinamometer hidrolik, dengan dianalisis secara diperhitungkan [11].

I.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana faktor hambatan aerodinamis, gelinding, dan kemiringan tanjakan jalan yang dilalui oleh kendaraan dapat diimplementasikan ke Alat Simulator Hambatan Jalan ?
2. Bagaimana Kontrol PID dapat diimplementasikan ke motor stepper pada bagian dari Alat Simulator Hambatan Jalan ?
3. Bagaimana hasil analisis nilai keluaran Alat Simulator Hambatan Jalan dengan kendali PID ?

I.3 Batasan Masalah

1. Batasan pada MATLAB sebagai GUI Alat Simulator Hambatan Jalan dan komunikasi dengan *plant*.
2. Batasan kontrol posisi motor stepper menggunakan basis PID dengan acuan parameter model hambatan jalan.
3. Batasan dalam kecepatan respon kontrol katup pada dinamometer hidrolik mengikuti karakteristik Alat Simulator Hambatan Jalan.
4. Batasan alat dapat memberikan pembebanan pada motor penggerak sesuai dengan fenomena siklus berkendara.

I.4 Tujuan dan Manfaat

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis fenomena siklus berkendara dengan menggunakan prinsip dinamometer hidrolik yang diimplementasikan ke alat simulator. Pengaturan Alat Simulator Hambatan Jalan dilakukan dengan kendali PID mampu mengubah motor stepper sebagai kontrol katup sistem hidrolik. Dengan perubahan pembebanan motor penggerak dapat mengakibatkan serupa dengan gaya hambatan jalan sebagai gaya yang melawan arus kendaraan.

I.5 Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN, berisi uraian mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA, berisi tentang landasan teori untuk menjelaskan beberapa istilah dan ilmu terkait serta melihat hasil pencapaian penelitian terdahulu dengan kajian yang sama.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN, berisi langkah-langkah penyelesaian tugas akhir berupa gambaran umum sistem serta perancangan sistem.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN, berisi hasil yang di dapat, dan pembahasan atau analisis dari hasil yang di dapat.

BAB V PENUTUP, berisi kesimpulan dari hasil yang di dapat dan saran untuk ke penelitian selanjutnya.