UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Perancangan Stewart Platform sebagai alat uji getaran irregularities pada kereta api
Ade Surya Pramudya, Dr. Eng. Ir. Agustinus Winarno, S.T., M.Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

INTISARI

Getaran pada kereta api yang disebabkan oleh ketidakteraturan *(irregularities)* pada rel maupun roda dapat memengaruhi kenyamanan penumpang dan keselamatan operasional. *Intelligent Railway Vibration Monitoring System (IRV-MS)* telah dikembangkan untuk mendeteksi getaran tersebut secara *real time*, namun sistem ini masih memerlukan alat uji getaran terkendali untuk memverifikasi keakuratan sensor terhadap sumber eksitasi yang terukur. *Prototype shaking rig* sebelumnya masih terbatas pada satu atau dua sumbu gerak sehingga belum mampu merepresentasikan sifat multi-arah dari irregularities sesungguhnya. Penelitian ini mengusulkan perancangan vibration shaking rig tiga derajat kebebasan translasi berbasis mekanisme *Stewart Platform 6 DoF* yang digerakkan oleh enam motor linear dan *magnetic ball joint*. Parameter desain ditetapkan pada massa bergerak 8 kg, rentang frekuensi operasional 0-30 Hz, dan amplitudo puncak 10 mm. Proses seleksi komparatif menetapkan motor linear jenis *ironless* (tipe LMCB5) dan *magnetic ball joint* tipe KD-725 sebagai aktuator dan penyambung yang paling sesuai, karena keunggulan respons *direct-drive*, tidak adanya *cogging force*, dan *pull force* yang memadai. Simulasi kinematika terbalik terhadap geometri platform menunjukkan bahwa mekanisme mampu mereplikasi eksitasi sinusoidal pada keenam derajat kebebasan tanpa mengalami singularitas gerak. Gerakan rotasi (*roll* dan *pitch*) membutuhkan langkah aktuator *(stroke)* yang jauh lebih besar (hingga 72,9 mm) dibandingkan gerakan translasi murni (20-25,8 mm), yang menjadi dasar penentuan batas aman *(safety margin) stroke* aktuator fisik. Hasil rancangan dan data simulasi ini menjadi *baseline* yang valid untuk proses manufaktur alat serta pembanding data akselerasi IRV-MS di lapangan pada penelitian selanjutnya.

Kata kunci: *Stewart Platform*; alat uji getaran; *irregularities* kereta api; motor linear; kinematika terbalik

UNIVERSITAS
GADJAH MADA

Perancangan Stewart Platform sebagai alat uji getaran irregularities pada kereta api
Ade Surya Pramudya, Dr. Eng. Ir. Agustinus Winarno, S.T., M.Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

ABSTRACT

Railway vibration caused by track and wheel irregularities affects passenger comfort and operational safety. The Intelligent Railway Vibration Monitoring System (IRV-MS) has been developed to detect such vibration in real time, but it still requires a controlled test rig to verify sensor accuracy against a repeatable excitation source. Previous shaking-rig prototypes were limited to one or two axes of motion, which cannot represent the multi-directional nature of real irregularities. This study proposes the design of a three-degrees-of freedom (translational) vibration shaking rig based on a 6-DoF Stewart Platform mechanism, actuated by six linear motors and magnetic ball joints. The design parameters were set at a moving mass of 8 kg, an operating frequency range of 0-30 Hz and a peak amplitude of 10 mm. A comparative selection process identified an ironless linear motor (type LMCB5) and a magnetic ball joint (type KD-725) as the most suitable actuator and connector, owing to their direct-drive response, absence of cogging force, and adequate pull force. Inverse-kinematics simulation of the platform geometry showed that the mechanism can reproduce sinusoidal excitation on all six degrees of freedom without singularity. Rotational motions (roll and pitch) required a substantially larger actuator stroke (up to 72.9 mm) than pure translations (20-25.8 mm), which was used to define the safety margin for the physical actuator stroke. The resulting design and simulation data provide a validated baseline for manufacturing the physical rig and for future comparison with field-recorded IRV-MS acceleration data.

Keywords: Stewart Platform; vibration shaking rig; railway irregularities; linear motor; inverse kinematics