UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN CUBESAT DEPLOYER 12U BERBASIS REL DENGAN ISOLATOR GETARAN
Rendy Kurniawan, Prof. Dr. Ir. Gesang Nugroho. S.T.,M.T.,IPM ; Dr.-Ing. Mohammad Mukhayadi, S.T.,M.Kom
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

INTISARI

Penelitian ini berfokus pada pengembangan desain struktur *deployer CubeSat* 12U tipe rel yang mengintegrasikan sistem isolasi getaran eksternal berbasis *Wire Rope Isolator* (WRI). Urgensi penelitian ini berangkat dari tantangan nyata selama fase peluncuran roket, di mana tingkat getaran, guncangan, dan akselerasi ekstrem berisiko tinggi merusak integritas struktural maupun instrumen elektronik sensitif di dalam *CubeSat*. Oleh karena itu, tujuan utama riset ini adalah merancang *deployer* yang tidak hanya kokoh menahan beban peluncuran, tetapi juga memiliki konfigurasi WRI yang paling optimal dalam meredam respons getaran acak (*random vibration*).

Dalam pengerjaannya, metodologi yang diterapkan mengombinasikan perhitungan analitis dengan simulasi *Finite Element Analysis* (FEA) melalui perangkat lunak Simcenter 3D. Analisis dilakukan secara menyeluruh, mencakup aspek modal, beban kuasi-statis, hingga getaran acak yang mengacu pada standar lingkungan peluncuran roket PSLV. Struktur *deployer* sendiri menggunakan material Aluminium 7075-T6. Untuk menemukan solusi terbaik, penelitian ini menguji empat variasi konfigurasi: satu model dasar tanpa isolator sebagai pembanding, dan tiga variasi lainnya dengan perbedaan jumlah serta orientasi WRI.

Hasil simulasi kuasi-statis mengonfirmasi bahwa struktur utama mampu menahan beban akselerasi hingga 7 g tanpa kegagalan, dengan tegangan maksimum yang tetap berada di bawah batas luluh (*yield strength*) material. Pada aspek dinamis, penggunaan WRI terbukti efektif menggeser frekuensi alami struktur ke rentang rendah (19,4 Hz – 26,6 Hz), yang memicu terjadinya mekanisme isolasi getaran. Meskipun frekuensi natural *deployer* berada di bawah ambang 90 Hz, kekakuan antarmuka peluncur tetap terjaga berkat penggunaan *additional jig* dengan frekuensi di atas 200 Hz. Di antara semua model yang diuji, Variasi 4 (12 WRI bawah dan 4 WRI samping) muncul sebagai konfigurasi paling unggul. Variasi ini mampu menekan respons percepatan (GRMS) hingga mencapai efisiensi reduksi getaran sebesar 93,314% dari input roket. Secara keseluruhan, studi ini menyimpulkan bahwa penempatan WRI pada sisi eksternal *deployer* 12U merupakan langkah signifikan dalam menjamin keamanan struktural *CubeSat* selama perjalanan menuju orbit.

Kata Kunci: *CubeSat Deployer* 12U, *Wire Rope Isolator* (WRI), Isolasi Getaran, Analisis Elemen Hingga, Analisis Modal, Getaran Acak, Beban Kuasi-Statis.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN CUBESAT DEPLOYER 12U BERBASIS REL DENGAN ISOLATOR GETARAN
Rendy Kurniawan, Prof. Dr. Ir. Gesang Nugroho. S.T.,M.T.,IPM ; Dr.-Ing. Mohammad Mukhayadi, S.T.,M.Kom
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

ABSTRACT

This study explores the design of a rail-based 12U CubeSat deployer structure integrated with an external vibration isolation system using Wire Rope Isolators (WRI). The urgency of this research is driven by the extreme vibrations, shocks, and high acceleration experienced during a rocket launch—conditions that can easily compromise the structural integrity and sensitive electronics of a CubeSat. Consequently, the primary objective is to develop a deployer that is not only robust enough to withstand launch loads but also features an optimized WRI configuration to effectively dampen random vibration responses.

The methodology combines analytical calculations with Finite Element Analysis (FEA) performed in Simcenter 3D. A comprehensive suite of simulations was conducted, including modal, quasi-static load, and random vibration analyses, all benchmarked against the PSLV (Polar Satellite Launch Vehicle) environmental standards. Using Aluminum 7075-T6 as the primary material, the study compares four distinct configurations: a baseline design without isolators and three variations with different WRI quantities and orientations.

Quasi-static simulation results confirm that the main structure can endure a maximum acceleration of 7 g without failure, with maximum stress levels remaining well below the material's yield strength. From a dynamic standpoint, the integration of WRIs successfully shifted the deployer's natural frequency to a lower range (19.4 Hz – 26.6 Hz), triggering the desired vibration isolation mechanism. Although the deployer's frequency falls below 90 Hz, interface stiffness requirements are still met through the use of an additional jig with a natural frequency exceeding 200 Hz. Ultimately, Variation 4 utilizing 12 WRIs in bottom and 4 in side deployer structure was identified as the optimal configuration. This setup yielded the lowest acceleration response (GRMS), achieving a vibration reduction efficiency of 93.314% compared to the rocket's input. This research concludes that implementing WRIs on the external side of a 12U deployer significantly enhances the structural safety of CubeSats throughout the launch mission.

***Keywords**: 12U CubeSat Deployer, Wire Rope Isolator (WRI), Vibration Isolation, Finite Element Analysis, Modal Analysis, Random Vibration, Quasi-static Load.*