

ABSTRACT

Quadrotor is one of unmanned aerial vehicle that has developed rapidly in the last decade. Quadrotors have several abilities such as hovering, flying at low altitudes, taking off and landing vertically, and doing maneuver quickly. With these abilities quadrotors are used in various fields, one of them is payload transportation. When quadrotor is utilized to carry a payload, inertia perturbation appears. Inertia perturbations causes the decreasing performance of quadrotor. Now, control system designed to work in nominal condition can not work optimally anymore.

In this research, exponential coordinate of SO(3) is utilized to represent attitude of quadrotor. This approach was chosen to avoid singularities and gimbal lock phenomenon that often occurs in euler angle-based research. Then, inertia perturbation is derived from inertia tensor formula based on the volume, mass, and laying position of payload. This research presents design of attitude tracking control on SO(3) group for quadrotor in its function as payload transportation. Proposed control system consist of dynamics compensator and PD control linearized at moving operating point. Dynamics compensator is utilized to calculate nominal torque. While PD control is utilized to eliminate error tracking caused by parameter uncertainty and inertia perturbation. Numerical simulation and analysis are presented to prove the effectiveness of proposed control system.

Attitude tracking control on SO(3) has been successfully designed. Simulation results show that the reference angle can be tracked well, both in nominal condition and condition in which inertia perturbation takes place. It is also singularity-free even though quadrotor is operated at a pitch angle of 90 degrees.

Keywords : attitude tracking control, quadrotor, SO(3) grup, linearization.

INTISARI

Quadrotor merupakan salah satu jenis wahana tanpa awak yang banyak dikembangkan saat ini. Quadrotor memiliki beberapa keunggulan diantaranya mampu melayang pada ketinggian yang diinginkan, serta melakukan *take off* dan *landing* secara vertikal. Keunggulan ini membuat quadrotor banyak digunakan di berbagai bidang, salah satunya untuk transportasi dan distribusi barang. Ketika digunakan untuk mengangkut barang, dinamika quadrotor berubah. Barang bawaan akan menimbulkan inersia tambahan bagi quadrotor. Sehingga sistem kendali yang dirancang untuk beroperasi pada kondisi nominal, kini tidak dapat bekerja secara optimal lagi. Dengan adanya barang bawaan, sistem kendali yang harus diterapkan menjadi lebih rumit.

Sebelum perancangan sistem kendali dilakukan, orientasi quadrotor perlu direpresentasikan terlebih dahulu. Penelitian ini menggunakan metode *exponential coordinate* dari grup SO(3) untuk merepresentasikan orientasi quadrotor. Metode ini dipilih guna menghindari singularitas dan fenomena *gimbal lock* yang sering terjadi pada penelitian dengan sistem kendali berbasis sudut Euler. Kemudian, untuk menguji kinerja sistem kendali terhadap adanya gangguan inersia, gangguan inersia harus dimodelkan terlebih dahulu. Gangguan inersia dimodelkan berdasarkan massa, volume, serta posisi peletakan barang bawaan pada quadrotor. Penelitian ini membahas perancangan sistem kendali berbasis grup SO(3) untuk quadrotor dalam fungsinya sebagai media transportasi barang. Sistem kendali yang diusulkan merupakan gabungan kompensator dinamis dan kendali PD terlinierisasi pada *moving operating point*. Kompensator dinamis digunakan untuk menghitung torsi nominal. Sedangkan kendali PD digunakan untuk menangani *error tracking* yang disebabkan oleh gangguan inersia. Efektifitas sistem kendali tersebut diuji melalui simulasi.

Sistem kendali orientasi berbasis SO(3) berhasil dirancang. Hasil simulasi menunjukan bahwa orientasi quadrotor mampu mengikuti sudut referensi baik dalam kondisi nominal maupun dalam kondisi terdapat gangguan inersia. Quadrotor juga mampu beroperasi pada sudut *pitch* sekitar 90 derajat, tanpa mengalami singularitas.

Kata kunci : kendali orientasi, quadrotor, grup SO(3), linierisasi.