

INTISARI

Unmanned aerial vehicles (UAV) menjadi semakin populer dalam beberapa tahun terakhir karena keserbagunaan dan efektivitasnya dalam berbagai aplikasi. Salah satu jenis UAV yang mendapat perhatian *significant* adalah UAV *bicopter*, yang mampu lepas landas dan mendarat secara vertikal, melayang, dan terbang maju. UAV *bicopter* merupakan suatu sistem *nonlinear* dan tidak stabil serta *under-actuated*, yang artinya sistem pada UAV *bicopter* memiliki empat sinyal masukan kendali untuk mengendalikan enam derajat kebebasan gerak (tiga derajat gerak *attitude* dan tiga derajat gerak posisi) merupakan sebuah tantangan.

Penelitian Disertasi ini bertujuan untuk merancang pengendali yang mampu menjaga kestabilan *attitude* UAV *bicopter*. Gangguan inersia berupa *payload* sangat mempengaruhi proses pengendalian *attitude* pada UAV *bicopter* saat menggunakan pengendali *linear quadratic regulator* (LQR). Penggunaan kendali LQR akan optimal pada kasus meregulator *state* menuju *equilibrium point* pada sebuah sistem, namun pengendali LQR tidak mampu secara maksimal terlebih pada sistem yang memiliki tingkat *nonlinear* tinggi dan perubahan dinamis sistem seperti adanya gangguan inersia. Oleh karena itu, penggunaan kendali *linear quadratic gaussian* (LQG) diharapkan mampu mengatasi perubahan dinamis sistem dalam hal ini berupa gangguan inersia pada UAV *bicopter* ketika membawa suatu *payload*. Ketika nilai dari inersia *payload* dalam kondisi yang tidak-diketahui (*uncertainty*), maka perlu dirancang pengendali yang dapat melakukan proses adaptasi. Pada penelitian Disertasi ini mengusulkan pengendali adaptif LQG untuk mengendalikan *attitude* UAV *bicopter* dengan kondisi *payload* yang bersifat *uncertainty*. Mekanisme adaptif yang disulkan merupakan pengembangan dari kendali LQG yang dapat mengikuti respons dari referensi model.

Keberhasilan kendali adaptif LQG diuji dengan pemberian parameter *payload* yang bersifat *uncertainty*. Dari hasil simulasi menunjukkan bahwa pengendali adaptif LQG berhasil mengatasi pengaruh gangguan inersia yang berasal dari *payload*. Terdapat *gain* ρ pada mekanisme adaptif LQG, *gain* ini dipengaruhi oleh parameter σ yang berperan sebagai *learning rate* yang menghasilkan respons untuk dapat beradaptasi kepada respons dari referensi model. Dari hasil pengujian diperoleh ketika nilai σ diperbesar terdapat kondisi/nilai *overshoot* yang meningkat namun nilai *root mean square error* (RMSE) menjadi menurun. Itu artinya ketika RMSE menurun, respons telah semakin mendekati referensi model. Untuk mengurangi efek *overshoot* dari peningkatan nilai σ maka dilakukan pengembangan (*improvement*) pada pencarian nilai *gain* ρ .

Kata kunci— UAV *bicopter*, Kendali *Attitude*, LQR, LQG, Adaptif LQG.

ABSTRACT

Unmanned aerial vehicles (UAVs) have become increasingly popular in recent years due to their versatility and effectiveness in various applications. One type of UAV that has received significant attention is the bicopter, which is capable of taking off and landing vertically, hovering and flying forward. The bicopter is a nonlinear and unstable system. This challenge is under-actuated system, which means that it has four control input signals to control six degrees of freedom of movement (three degrees of attitude and three degrees of position).

This dissertation aims to design a controller that can maintain the stable attitude of the bicopter. Inertial disturbances in the form of the payload greatly influence the attitude control process on the bicopter when using a linear quadratic regulator (LQR) controller. The use of LQR control will be optimal in the case of regulating the state towards an equilibrium point in a system. Still, the LQR controller is incapable of optimal performance, especially in systems with a high level of nonlinearity and dynamic changes, such as inertial disturbances. Therefore, using linear quadratic gaussian (LQG) control is expected to overcome dynamic changes in the system, in this case in the form of inertial disturbances in the bicopter when carrying a payload. When the value of the payload inertia is in an unknown condition (uncertainty), it is necessary to design a controller that can carry out the adaptation process. In this dissertation research, we propose an LQG adaptive controller to control a bicopter's attitude with uncertain payload conditions. The proposed adaptive mechanism is a development of LQG control that can follow the response of the reference model.

The success of LQG adaptive control is tested by providing uncertain payload parameters. The simulation results show that the LQG adaptive controller successfully overcomes the influence of inertial disturbances originating from the payload. There is a gain ρ in the LQG adaptive mechanism. This gain is influenced by the parameter σ , which acts as a learning rate that produces a response to adapt to the reference model. The test results found that the σ value, overshoot, and root mean square error (RMSE) were increased, increased, and decreased respectively. That means that as the RMSE decreases, the response has moved closer to the reference model. To reduce the overshoot effect of increasing the value of σ , improvements were made to the search for the gain value ρ .

Keywords—Bicopter, Attitude Control, LQR, LQG, Adaptive LQG.