

CASE ANALYSIS ON FLIGHT CONTROL SYSTEM SIKORSKY S76 C++ FAILURE FROM YAW CONTROL ASPECT

Fajar Khanif R¹, Indro Lukito², M.Imam Baihaqi³

¹²³ Teknik Dirgantara, Institut Teknologi Dirgantara Adisutjipto, Yogyakarta

fajar.khanif@gmail.com

Abstract

Flight Control is a system that functions as a helicopter control center. Failure that occurs in flight control would certainly result inconvenience of the pilot in operating the helicopter, even the movement of the helicopter can out of control causing incident or accident. The continuity of the helicopter operation is affected by the maintenance system applied. One of mode moving system helicopter is yaw control, that could control the nose helicopter to move right and left. Fault Tree Diagram could described analytical technique, whereby an undesired state of the system is specified (usually a state that is critical from a safety or reliability standpoint). The system then analyzed in the context of its environment and operation to find the solution. Based on the analysis results of failures that occurred in the Sikorsky S76 C ++ helicopter flight control from yaw control aspect in the period of January 2015 to May 2018 with an average use of helicopter's 2092.05 flight hours, there were 46 failures which caused by yaw control. Based on diagram, there were 4 basic events which caused unschedule maintenance on Sikorsky S76 C ++ helicopter flight control system because of yaw fail control, so that a replacement or repair was needed for the components that affected to the system failure.

Keywords : Flight Control System, Yaw Control, Fault Tree Diagram.

1. Pendahuluan

Pesawat terbang merupakan armada yang digunakan dalam moda transportasi udara. Berdasarkan jenisnya, pesawat terbang dibagi menjadi dua, yaitu pesawat terbang bersayap tetap (*fixed wing*) dan helikopter (*rotary wing*). Dibandingkan pesawat bersayap tetap, helikopter memiliki keterbatasan dalam hal ketinggian serta kecepatan dan jarak jelajahnya. Namun helikopter memiliki keuntungan tersendiri karena helikopter dapat terbang ditempat, pergerakannya lebih fleksibel, *take off* dan *landing* secara vertikal, serta memiliki kemampuan menjelajah medan yang sulit.

Indonesia merupakan negara kepulauan dimana berdasarkan data yang dirilis oleh Kementerian Kelautan dan Perikanan Indonesia pada 18 Agustus 2017 memiliki 16.056 pulau. Hal ini tentunya menjadikan helikopter sebagai pemegang peranan penting agar dapat menjangkau seluruh wilayah Indonesia. Dalam pengoperasiannya, helikopter sangat bergantung pada sistem perawatan yang dilakukan. Setiap komponen yang terlibat dalam aktivitas helikopter akan mengalami penurunan kemampuan sehingga pada akhirnya akan mengalami kerusakan seiring frekuensi pengoperasian helikopter dan keandalan dari komponen tersebut.

Berdasarkan CASR Part 43, “perawatan pesawat terbang merupakan semua pekerjaan yang dilakukan untuk mempertahankan pesawat udara, komponen-komponen pesawat udara, dan perlengkapannya dalam kondisi laik udara, termasuk *inspection*, *servicing*, *overhaul*, dan penggantian *parts*” [1]. Terdapat dua jenis perawatan, yaitu *scheduled maintenance* dan *unscheduled maintenance* [3]. Tujuan dari *scheduled maintenance* adalah untuk meningkatkan kemampuan unit atau *part-part* tertentu dan mengurangi jumlah kerusakan, sedangkan *unscheduled maintenance* mencakup semua tindakan perawatan yang tidak terjadwal yang

dilakukan karena adanya kegagalan suatu sistem atau produk yang kemudian diperbaiki untuk mengembalikan ke kondisi semula [3].

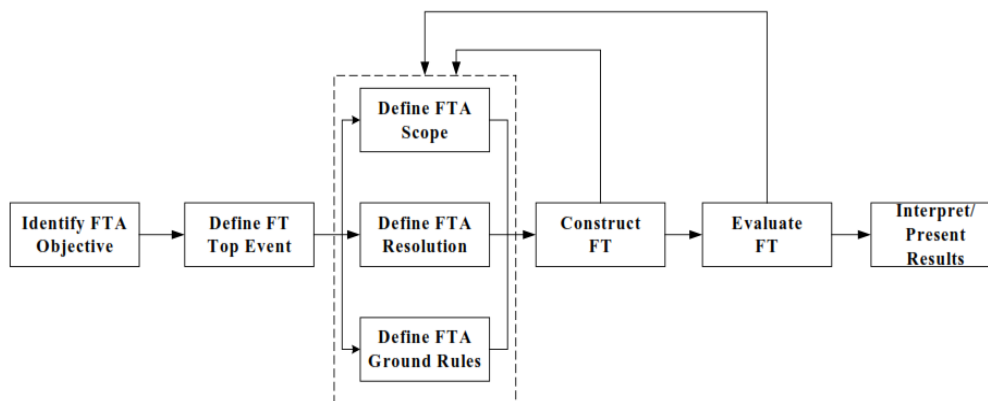
Perawatan pada helikopter memiliki beberapa perbedaan dengan pesawat dengan sayap tetap, hal ini dikarenakan pada helikopter komponen – komponen yang terpasang lebih banyak memiliki keterbatasan usia pemakaian. Selain itu dalam sikap terbangnya, helikopter sangat memerlukan kestabilan karena getaran yang timbul dari perputaran *engine* sangatlah besar. Sehingga fungsi dari *flight control* sebagai salah satu sistem yang mengontrol kestabilan sangatlah penting. Bahkan dalam perancangan pesawat terbang, analisis kestabilan menjadi salah satu topik analisa utama untuk mengetahui kemampuan pesawat dalam menjalankan misinya dan sikap pesawat saat mengalami gangguan [7].

Flight Control merupakan suatu sistem yang berfungsi sebagai pusat kendali helikopter. Seluruh aktivitas pergerakan pada helikopter dikontrol melalui sistem *flight control* tersebut melalui tiga jenis input kontrol, yaitu *collective stick*, *cyclic stick*, dan *control pedals*. *Output* dari kontrol yang diberikan pada helikopter berupa pergerakan *main rotor blade* dan *tail rotor blade*. Kegagalan yang terjadi pada *flight control* tentunya akan berakibat pada ketidaknyamanan pilot dalam mengoperasikan helikopter, bahkan pergerakan helikopter dapat lepas kendali sehingga menyebabkan *incident* maupun *accident*. Besarnya vibrasi yang dihasilkan oleh putaran *engine* pada helikopter menyebabkan usia komponen pada helikopter terbilang singkat, salah satunya komponen *flight control* tersebut. Oleh karena itu, pada jurnal akan dilakukan analisa penyebab kegagalan *flight control* dari aspek *yaw control*.

2. Metode Penelitian

Proses penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- Melakukan pengambilan data dari dokumen AFML (*Aircraft Flight and Maintenance Log*) yang berupa data kerusakan pada *flight control system*.
- Melakukan pengolahan data dengan *fault tree diagram analysis*, tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penyusunan *Fault Tree Analysis* sebagaimana pada gambar 1 [2].
-

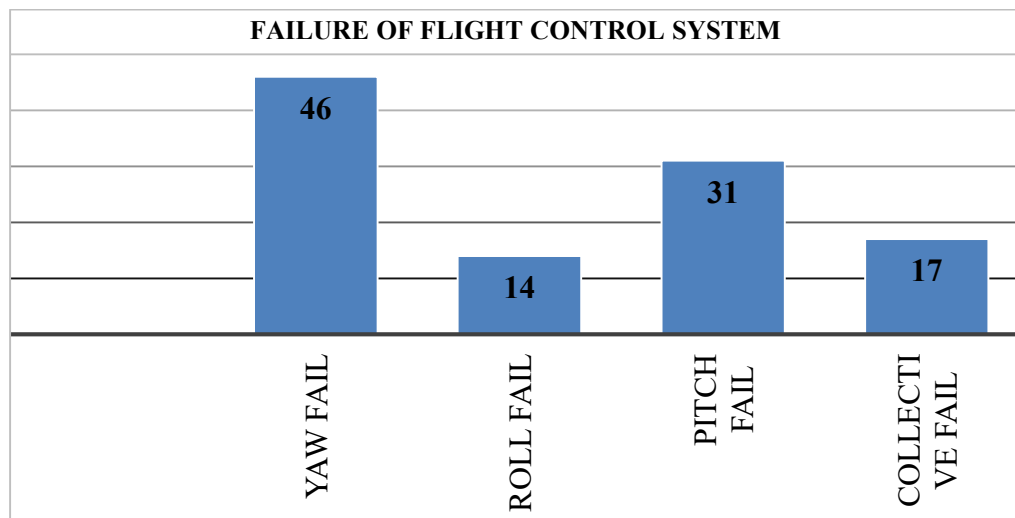


Gambar 1. Skema Fault Tree Analysis

- Selanjutnya setelah *fault tree diagram* terbentuk, dilakukan analisa dengan merujuk pada *Aircraft Maintenance Manual* dan AFML Helikopter Sikorsky S76 C++.
- Menetapkan hasil dari analisa dari penyebab kerusakan yang terjadi pada *flight control system* dari aspek *yaw control*.

Data yang digunakan adalah data kerusakan *flight control system* helikopter Sikorsky S76 C++ berdasarkan AFML dari periode 2015 sampai dengan 2018. Berdasarkan data

tersebut terdapat 4 penyebab utama kerusakan pada *flight control system*, yaitu *yaw fail*, *roll fail*, *pitch fail*, dan *collective fail*. Data yang diperoleh adalah sebagaimana pada gambar 2.



Gambar 2. Data Mode Kerusakan pada *Flight Control System*

Berdasarkan data yang diperoleh, mode yang akan dilakukan analisa adalah pada aspek *yaw control*, karena memiliki tingkat kerusakan yang paling sering terjadi. *Yaw control* merupakan control pergerakan helikopter untuk bergerak ke kanan dan ke kiri.

Data yang sudah diperoleh selanjutnya dilakukan pengolahan data dengan menggunakan fault tree analysis dengan tahap – tahap berikut :

- a. Mengidentifikasi Tujuan *Fault Tree Diagram*
Tujuan *Fault Tree Diagram* diungkapkan dalam bentuk kegagalan sistem yang akan dianalisis.
- b. Mendefinisikan *Top Event*
Top Event Fault Tree adalah peristiwa puncak yang menyebabkan kegagalan pada suatu sistem. *Top Event* mendefinisikan mode kegagalan sistem yang akan dianalisis. Dalam hal ini, *Top Event* kemudian didefinisikan dalam suatu cabang-cabang pohon kegagalan.
- c. Mendefinisikan Ruang Lingkup *Fault Tree Diagram*
Ruang lingkup *Fault Tree Diagram* menunjukkan yang mana dari kegagalan dan kontributor akan dimasukkan dan yang tidak akan dimasukkan sehingga ruang lingkup mencakup kondisi batas untuk dilakukan analisis.
- d. Mendefinisikan Resolusi *Fault Tree Diagram*
Resolusi adalah level detail yang menyebabkan kegagalan *Top Event* akan dikembangkan.
- e. Mendefinisikan Aturan Dasar *Fault Tree Diagram*
Aturan-aturan dasar ini termasuk prosedurnya dan nomenklatur dimana peristiwa dan gerbang diberi nama dalam *Fault Tree*. Skema penamaan yang digunakan sangat penting dalam menciptakan *Fault Tree* yang dapat dimengerti.
- f. Konstruksi *Fault Tree Diagram*
Bagian selanjutnya menjelaskan secara rinci komponen yang terlibat dalam membangun pohon kesalahan dari skema sistem dan deskripsi. Simbol yang digunakan pada *Fault Tree* untuk mewakili hubungan antar peristiwa juga dijelaskan.
- g. Melakukan Evaluasi *Fault Tree*

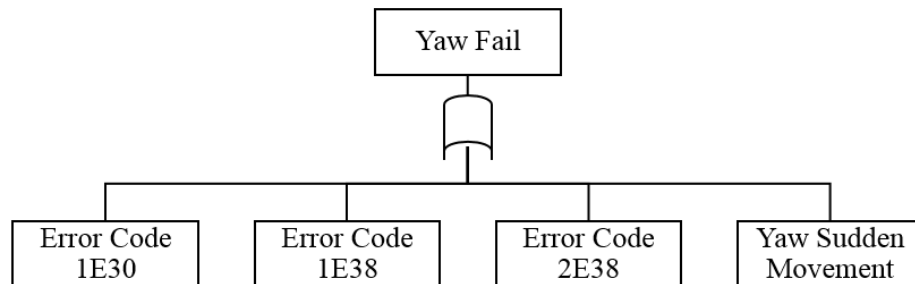
Dalam hal ini evaluasi *Fault Tree* mencakup evaluasi kualitatif. Evaluasi kualitatif memberikan informasi *Top Event* kemudian mencari akar permasalahan untuk pencegahan terjadinya *Top Event*.

h. Hasil

Tahap terakhir adalah menjelaskan hasil dari analisa yang sudah dilakukan.

3. Hasil dan Analisis

Data yang telah diperoleh selanjutnya dilakukan pengolahan dengan dengan membuat *fault tree diagram* pada gambar 3.



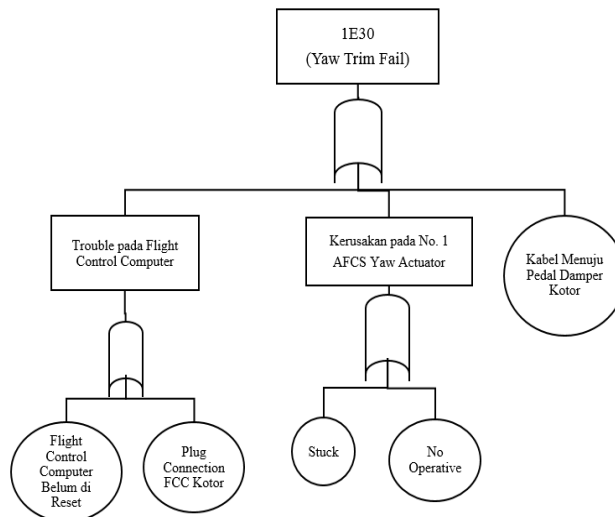
Gambar 3. *Fault tree yaw fail*

Yaw fail merupakan kondisi dimana *flight control system* pada helikopter Sikorsky S76 C++ mengalami kegagalan dalam melakukan pergerakan *yawing*. Sistem pergerakan helikopter pada mode *yaw* memiliki lengan pergerakan yang besar, sehingga gaya reaksi torsi yang dibutuhkan kecil [5]. Adapun pada kegagalan yang terjadi pada mode terjadi karena adanya *error code indicator* yang memberikan informasi kegagalan berupa *error code message* maupun kejadian yang dialami oleh pilot dalam melakukan penerbangan [4]. Berikut merupakan diagram *fault tree* mengenai kegagalan helikopter dalam melakukan pergerakan *yawing*.

Pada diagram gambar 3, terdapat empat (4) *intermediate event* yang menyebabkan kerusakan pada *yaw control*, diantaranya *error code 1E30*, *error code 1E38*, *error code 2E38*, dan *yaw sudden movement*. Kemudian dilakukan *break down* pada masing-masing *intermediate event* yang mempengaruhi *Yaw Fail*, diantaranya:

a. 1E30 (*Yaw Trim Fail*)

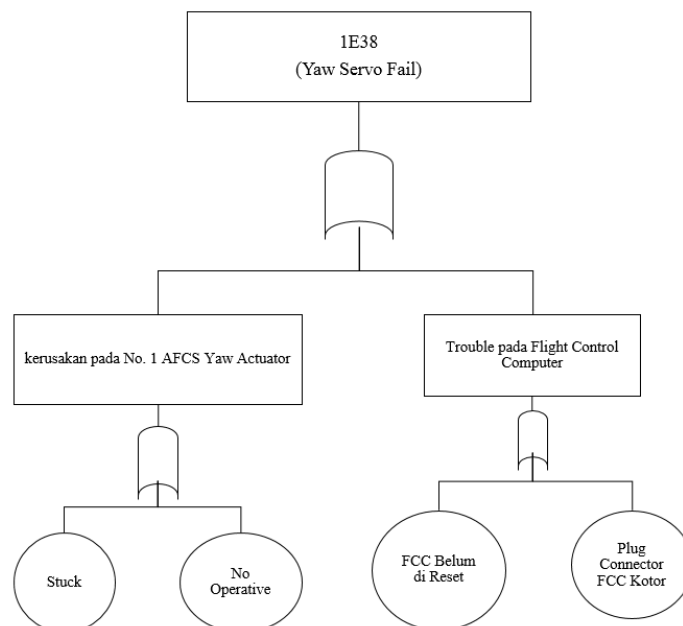
Terdapat beberapa komponen yang mengalami *trouble* maupun kerusakan yang menyebabkan *error code 1E30* sebagaimana pada gambar 4. *Trouble* pada *flight control computer* yang disebabkan *flight control computer* belum di *reset* dan *plug connection FCC* kotor, kerusakan pada No. 1 AFCS *Yaw Actuator* yang disebabkan karena *stuck* dan *no operative*, serta kabel menuju *pedal damper* kotor.



Gambar 4. Fault tree Error Code 1E30 (Yaw Trim Fail)

b. 1E38 (Yaw Servo Fail)

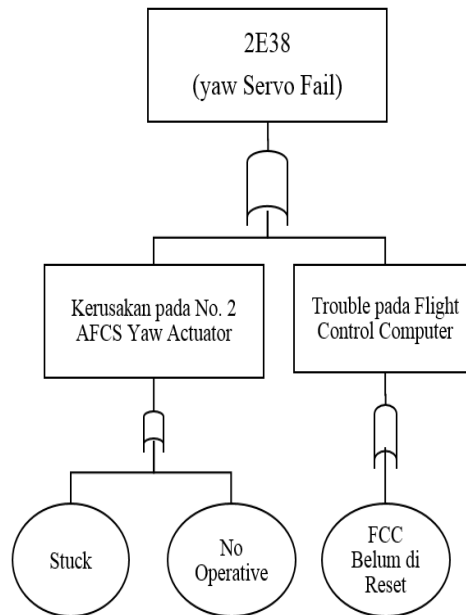
Message code error 1E38 merupakan kegagalan yang disebabkan *servo actuator* gagal melakukan pergerakan *directional* (Yaw) menuju sistem 1 AFCS. Hal ini disebabkan terjadinya kerusakan pada No. 1 AFCS Yaw Actuator yang mengalami *stuck* maupun *no operative* serta *trouble* yang terjadi pada *flight control computer* yang disebabkan *flight control computer* belum di *reset* serta *plug connection flight control computer* kotor sebagaimana digambarkan pada gambar 5.



Gambar 1. Fault tree Error Code 1E38 (Yaw Servo Fail)

c. 2E38 (Yaw Servo Fail)

Sama halnya dengan *message code error 1E38*, *message code error 2E38* merupakan kegagalan yang terjadi pada *servo actuator* melakukan pergerakan *directional* (yaw), namun pada *message code error 2E38* *servo actuator* mengalami kegagalan dalam melakukan pergerakan menuju sistem 2 AFCS. Gambar 6 merupakan diagram *fault tree* yang menunjukkan penyebab *message code error 2E38*.

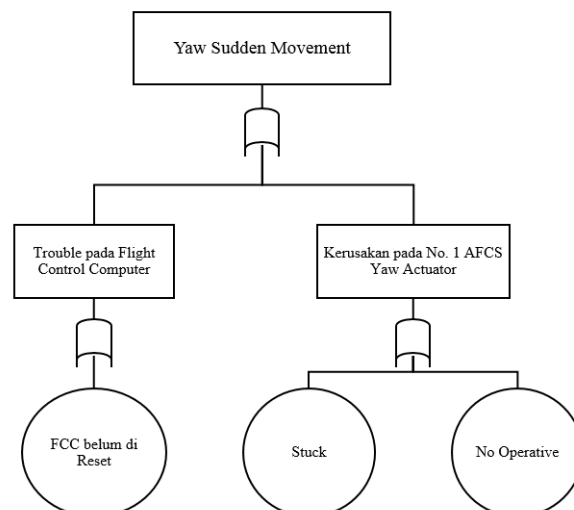


Gambar 2. Fault tree Error Code 2E38 (Yaw Servo Fail)

Berdasarkan analisis data AFML (*Aircraft Flight Maintenance Log Book*), *message code error* 2E38 disebabkan oleh kerusakan yang terjadi pada No. 2 AFCS Yaw Actuator berupa *stuck* serta *no operative*. Selain itu *message code error* 2E38 juga disebabkan karena *trouble* pada *flight control computer* yang disebabkan *flight control computer* belum di *reset*.

d. *Yaw Sudden Movement*

Yaw sudden movement merupakan kondisi dimana helikopter mengalami perubahan arah secara tiba-tiba tanpa adanya kontrol yang dilakukan oleh pilot. Kondisi ini disebabkan karena *trouble* yang terjadi pada *flight control computer* dimana *flight control computer* belum di *reset* serta kerusakan pada No. 1 AFCS Yaw Actuator karena *stuck* maupun *no operative*. Gambar 7 merupakan diagram *fault tree* yang menunjukkan penyebab *yaw fail* karena *yaw sudden movement*.



Gambar 3. Fault tree Yaw Sudden Movement

Kondisi di lapangan seringkali dipengaruhi oleh banyak faktor, seperti kondisi pemakaian serta penanganan, baik dalam perawatan ataupun penyimpanan di gudang [6]. Pada mode *yaw control* terdapat 4 penyebab dasar kerusakan yaitu belum melakukan mode *reset*

pada *Flight Control Computer*, terjadi *stuck*, tidak dapat dioperasikan, dan *plug connector Flight Control Computer* dalam kondisi kotor. Penyebab – penyebab tersebut dapat mempengaruhi kinerja dari AFCS No.1 *Yaw Actuator* dan *Flight Control Computer*, yang selanjutnya akan berdampak pada kemudi *yaw* yang mengalami masalah bahkan kegagalan. Kegagalan dalam mode *yaw control* dapat mempengaruhi kestabilan dari helikopter, sehingga dengan diketahui penyebab – penyebab dasarnya maka dapat dilakukan pencegahan sebelum terjadinya kegagalan seperti rutin melakukan pembersihan pada *plug connector Flight Control Computer*, dan rutin melakukan inspeksi pada AFCS No.1 *Yaw Actuator* dan *Flight Control Computer*.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan dan analisa data, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a. Penyebab terjadinya *Error Code 1E30 (Yaw Trim Fail)* adalah *Trouble* pada *Flight Control Computer*, *Trouble* pada *No. 1 AFCS Yaw Actuator*, dan Kabel menuju *Pedal Damper Kotor*.
- b. Penyebab terjadinya *Error Code 1E38 (Yaw Servo Fail)* adalah *Trouble* pada *Flight Control Computer* dan *Trouble* pada *No. 1 AFCS Yaw Actuator*.
- c. Penyebab terjadinya *Error Code 2E38 (Yaw Servo Fail)* adalah *Trouble* pada *No. 2 AFCS Yaw Actuator* dan *Trouble* pada *Flight Control Computer*.
- d. Penyebab terjadinya *Yaw Sudden Movement* adalah *Trouble* pada *Flight Control Computer* dan *Trouble* pada *No. 1 AFCS Yaw Actuator*.
- e. Setiap mode kegagalan berdasarkan *basic event* yang terjadi, maka pelaksanaan *scheduled maintenance* maupun *unscheduled maintenance* perlu dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] DGCA,2000, *Civil Aviation Safety Regulation Part 43. (Rev.01), Maintenance, Preventive Maintenance, Rebuilding, and Alteration*, Jakarta: DGCA.
- [2] *Fault Tree Handbook With Aerospace Applications*, Nasa Office of Safety and Mission Assurance, Washington DC. 2002
- [3] Kinnison A, Harry dan Siddiqui, T., 2004, *Aviation Maintenance Manajemen 2nd Edition*, The Mc Graw-Hill, New York.
- [4] *Maintenance Manual (MM) Sikorsky S-76*, PT. Pelita Air Service, Tangerang Selatan. 2013
- [5] (1990), "Helicopter Yaw Control: Review of Royal Aeronautical Society Conference", *Aircraft Engineering and Aerospace Technology*, Vol. 62 No. 5, pp. 23-25. <https://doi.org/10.1108/eb036942>
- [6] Rahmawati, F. K. (2019). Inventory Planning Management Of Low Pressure Filter Web (LPFW) On KT1-BEE Aircraft Based On Reliability Component In SKATEK 043. *Angkasa: Jurnal Ilmiah Bidang Teknologi*, 11(2), 131-139.
- [7] Septiyana, A. (2020). STABILITY AND CONTROLABILITY ANALYSIS ON LINEARIZED DYNAMIC SYSTEM EQUATION OF MOTION OF LSU 05-NG USING KALMAN RANK CONDITION METHOD. *Jurnal Teknologi Dirgantara*, 18(2), 81-92.