

KONVERSI NILAI KEKERASAN ANTARA DUROMETERANALOG DAN DIGITAL

PENGARUH *TEST BED* TERHADAP GAYA DORONG MESIN TURBIN JET MINI P-200 RX

Oka Sudiana

Pusat Teknologi Roket, Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional

Email: oka.sudiana@yahoo.co.id

Abstrak

RKX-200TJ adalah wahana yang dikembangkan oleh Pustekroket LAPAN untuk pengujian sistem kendali terbang dan sistem autopilot untuk wahana tanpa awak yang terbang dengan kecepatan yang tinggi. Dalam rangka memprediksi prestasi terbang wahana maka perlu dilakukan pengujian sistem propulsi yang digunakan untuk mengetahui karakteristik dan prestasi dari sistem propulsi tersebut. Tujuan dari kegiatan ini adalah mengetahui karakteristik mesin turbin jet dengan gaya dorong yang dihasilkan. Hasil dari pengujian ini dibandingkan dengan spesifikasi yang tertera pada buku manual dari mesin turbin jet yang diuji. Dihasilkan gaya dorong yang mendekati dengan yang tertera pada spesifikasi mesin tersebut, namun adanya gesekan pada roda *loritestbed* mengurangi hasil pengukuran uji tersebut.

Kata Kunci: RKX-200TJ, Mesin turbin jet, gaya dorong, propulsi.

Abstract

RKX-200TJ is an air vehicle developed by Rocket Technology Center - LAPAN for testing rocket systems and autonomous flight control systems for unmanned flying vehicle at a high speed. In order to predict flight performance of unmanned flying vehicle, it is necessary to test Turbine jet engine as propulsion system to determine the characteristics and performance of the propulsion system. The purpose of this activity is to determine the characteristics of a turbo-jet engine with thrust generated. Results from this experiment compared with the specifications listed in the manual of jet turbine engines were tested. Resulting thrust force is closed as those listed, the friction on test bed reduce the measurement results of the test.

Keywords: RKX-200TJ, Turbine Jet Engine, Thrust, Propulsion.

1. PENDAHULUAN

RKX-200 TJ adalah wahana yang dikembangkan oleh Pustekroket LAPAN untuk pengujian sistem kendali terbang dan sistem autopilot untuk wahana tanpa awak yang terbang dengan kecepatan yang tinggi. Propulsi dari wahana ini menggunakan sistem propulsi turbin jet. Dalam rangka memprediksi prestasi terbang wahana maka perlu dilakukan pengujian sistem propulsi yang digunakan untuk mengetahui karakteristik dan prestasi dari sistem propulsi tersebut. Pengujian dilakukan dengan sistem propulsi terpasang pada alat uji.

Pengujian mesin turbin jet mengukur keberadaan aliran massa sekunder pada *testbed* dan sekitar mesin turbin jet yang menimbulkan berbagai komponen gaya hambat yang mempengaruhi pengukuran gaya dorong mesin turbin jet. Gaya dorong yang diukur dalam *test bed* dalam ruangan memungkinkan lebih rendah dari gaya dorong yang disampaikan pada buku manual maupun spesifikasi yang telah diukur oleh produsen maupun pengembang mesin tersebut. Oleh karena itu, perlu dihitung faktor koreksi dorong dan pengaruh *testbed* terhadap pengukuran gaya dorong[1][2][3].

Tujuan dari pengujian ini adalah mengetahui gaya dorong mesin turbin jet dan waktu akselerasi gaya dorong tersebut dari posisi diam hingga mencapai gaya dorong maksimum. Selain itu juga untuk mengetahui adakah pengaruh gesekan roda *test bed* jika terjadi penurunan nilai gaya dorong mesin turbin jet.

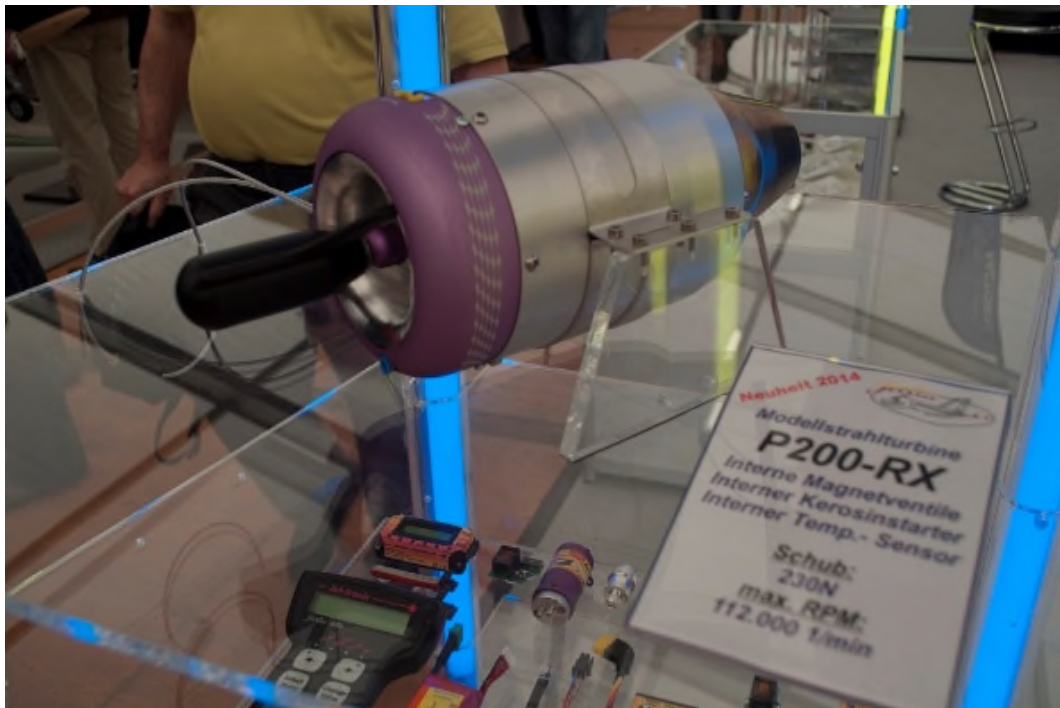
2. METODOLOGI

Pengujian sistem propulsi dilakukan tanpa wahana RKX-200 TJ. Pada pengujian ini, mesin turbo-jet diletakkan pada *test-bed* dan dilakukan pengujian untuk mengetahui karakteristik propulsi dari mesin turbin jet tersebut. Parameter yang diukur saat pengujian mesin turbin jet adalah gaya dorong dan waktu akselerasi dari mesin turbin jet. Alat dan bahan pada pengujian ini terdiri dari:

1. Mesin turbin jet Jet Cat P-200 RX
2. *Load cell iLoad TR Series*
3. *Test Bed*
4. *Electronic control unit (ECU) JetCat*
5. *Power supply* 9.9 volt
6. Bahan bakar kerosin sebanyak 4 l
7. Oli mesin Jet A-1 sebesar 200 ml sebagai campuran bahan bakar.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Inti dari penelitian ini adalah mesin turbin jet P-200 RX, di desain dan diproduksi oleh Perusahaan manufaktur *JetCat* dari Jerman. Mesin turbin jet ini adalah mesin jet poros tunggal, dengan kompresor *sentrifugal*, aliran aksial satu tingkat, pembakaran ruang berbentuk annular, ruang masuk udara berbentuk lonceng (bell), dan pipa keluaran yang konvergen[4]. Dapat dilihat pada Gambar 3-1.



Gambar 3-1. JetCat P-200 RX[3]

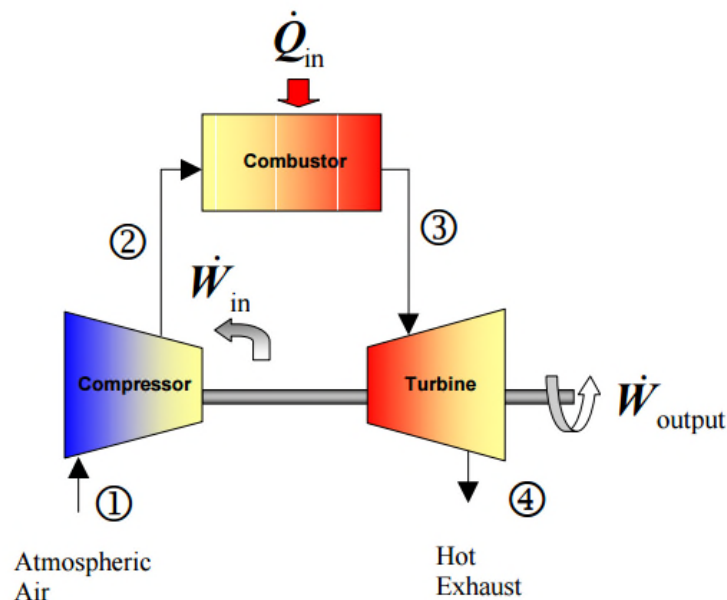
Memberikan kinerja yang sangat baik dan rasio tenaga terhadap berat (*power-to-weight*) yang tinggi, Mesin bekerja menggunakan bahan bakar cair, baik minyak tanah (kerosene) dengan campuran oli mesin khusus turbin jet, Jet A-1, menggunakan mikroprosesor otomatis sepenuhnya berdasarkan unit kontrol elektronik (ECU) dengan program yang terinstal didalamnya. Menawarkan beberapa fitur inovatif,

termasuk start-up dan shut-down yang mudah[5]. Karakteristik dan spesifikasi dari mesin turbin jet JetCat P-200 RX dapat dilihat pada Tabel 3-1.

Siklus kerja dari mesin turbin Jet ini adalah siklus Brayton seperti yang terlihat pada Gambar 3-2. Siklus Brayton menggambarkan model udara standar pada siklus daya turbin gas. Sebuah turbin gas sederhana terdiri dari tiga komponen utama: kompresor, ruang bakar, dan turbin. Prinsip siklus Brayton mendeskripsikan siklus udara dimulai dari udara dikompresi dalam kompresor, udara kemudian bercampur dengan bahan bakar, dan dibakar dalam kondisi tekanan konstan dalam ruang bakar. Gas panas yang dihasilkan dialirkan melalui turbin untuk menjalankan kompresor[7][8][9].

Tabel 3-1. Karakteristik dan spesifikasi mesin turbin jet JEtCat P-200 RX[6]

Engine Type*	P-200 RX
Diameter (mm)	132
Length (mm)	350
Weight (gr)	2,370
Thrust (STP*) (N)	230
Máximum rpm. (Nmax)	112,000
Iddle rpm	33,000
Thrust (Iddle rpm) (N)	9
Pressure ratio	4:01
Exhaust gas temperature (EGT) (celcius)	750
Mass flow (kg/s)	0.45
Fuel Consumption @MaxRpm (ml/min)	730
Fuel Consumption @Idle (ml/min)	129
Spesific Fuel Consumption @MaxRpm (Kg/Nh)	0.15
Fuel type	Jet A1 / Kerosine
Oil	Aeroshell 500



Gambar 3-2. Basic Brayton Cycle[4]

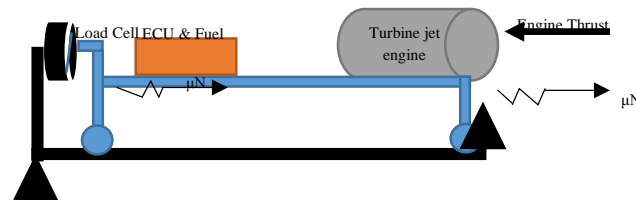
Sensor pada pengujian gaya dorong mesin turbin jet ini menggunakan *Load cell iLoad TR Series*. *iLoad TR load cell* dirancang untuk aplikasi yang memerlukan sensitivitas terhadap pusat beban. Kapasitas kemampuan beban yang dapat diemban adalah 45.36 kg dengan tingkat akurasi terhadap simpangan sebesar 0.25 persen[10].



Gambar 3-3. *Load cell iLoad TR Series*[7]

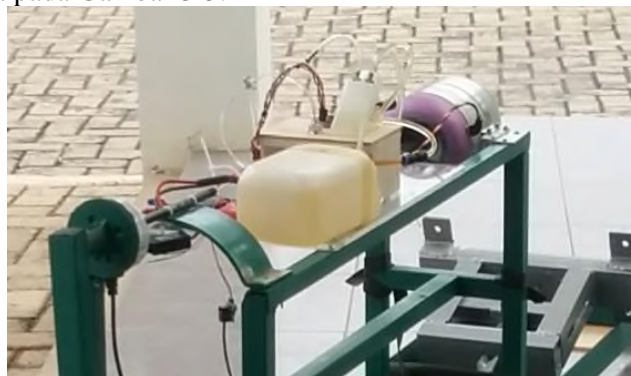
3.1 LAPAN TURBINE JET ENGINE THRUST TEST BED

Percobaan eksperimental pada gaya dorong mesin turbin jet selain untuk mengetahui gaya dorong maksimum pada mesin turbin jet dan membandingkannya dengan spesifikasi dari fabrikasi produsen mesin tersebut, juga untuk menganalisa sejauh mana *test bed* yang dimiliki LAPAN dapat dipergunakan secara maksimum dan juga pengaruh gesekan pada roda di *test bed* tersebut terhadap penurunan pengukuran gaya dorong mesin turbin jet.



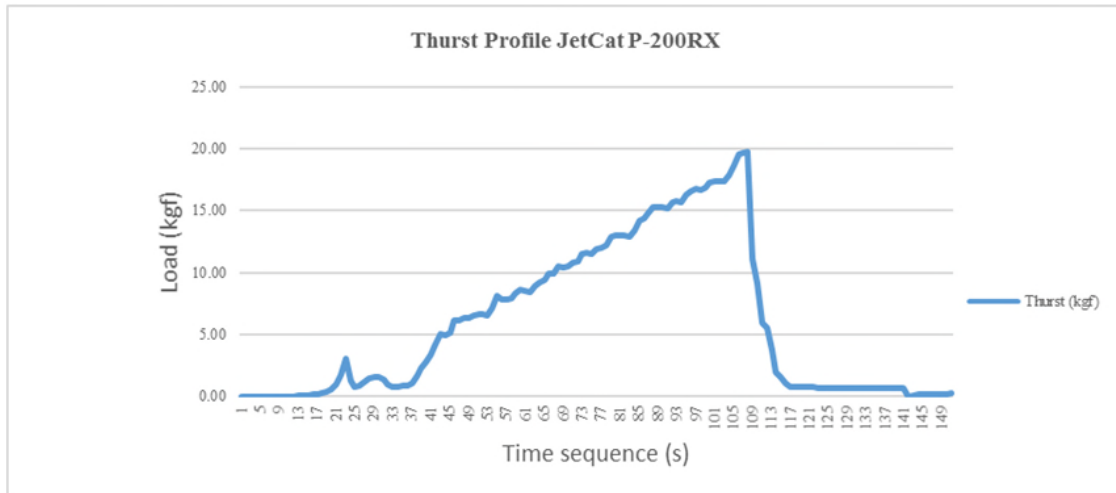
Gambar 3-4. Skema LAPAN *Thrust run Test Bed*

Pada Gambar 3-4 mendeskripsikan tentang skema dari pengujian gaya dorong mesin turbin jet di LAPAN Test Bed. Turbin jet, ECU dan tanki bahan bakar terpasang pada lori test bed. Mesin dinyalakan dan menghasilkan gaya dorong sehingga menggerakkan lori dan menekan *load cell*. *Load cell* mengukur tekanan yang di hasilkan dari gaya dorong tersebut. Hasil dari pengujian di plot dan menghasilkan grafik pergerakan gaya dorong dari mulai *idle* hingga maksimum. Gambar benda nyata eksperimen dari pengujian ini dapat dilihat pada Gambar 3-5.



Gambar 3-5. LAPAN *Thrust run Test Bed*

Thrust maksimum yang dapat di capai sebesar 20 kgf dengan waktu 70 detik. Waktu diukur/dimulai dari titik terendah dari awal pendakian grafik pembebanan yaitu pada *time* 37, hingga setelah melewati puncak dan turun *drastic* sebelum *idle* yaitu pada *time* 117. Dibandingkan dengan referensi⁶ bahwa maksimum yang dapat dicapai yaitu sebesar 230 Newton \approx 23.45 kgf. Ada selisih 3.45 kgf gaya dorong yang hilang pada pengujian gaya dorong di *testbed* tersebut.



Gambar 3-6. Thrust Profile JetCat P-200RX

Dari Gambar 3-6 diatas dapat dihitung dengan persamaan gaya gesekan yang mempengaruhi hilangnya sebagian gaya dorong tersebut yaitu:

$$\sum F = 0 \quad (1)$$

$$T + \mu mg = F_{r\&f} \quad (2)$$

Dari persamaan diatas gaya dan koefisien gesekan di dapat dengan massa total yang ada pada *testbed*. Massa total, $m = 8,3$ kg, gravitasi bumi, $g = 9,8$ m/s². Maka didapat gaya gesek dan koefisien gesekan adalah: $F_r = 3,45$ kgf. Dari persamaan 2, didapat: $\mu = 0,2$.

Koefisien gesek ini cukup besar sehingga dapat mempengaruhi hasil dari pengukuran gaya dorong mesin turbin jet. Hal ini dapat mempengaruhi keseluruhan dari desain wahana maupun roket yang akan di produksi.

4. KESIMPULAN

Hasil dari pengujian ini dibandingkan dengan spesifikasi yang tertera pada buku manual dari mesin turbin jet yang diuji. Dihasilkan gaya dorong yang mendekati dengan yang tertera pada spesifikasi mesin JetCat P-200RX. Adanya selisih hasil pengujian dengan spesifikasi, diakibatkan adanya gaya gesekan roda lori sebagai yang berfungsi sebagai dudukan mesin turbin jet terhadap *testbed* yang cukup besar. Dengan asumsi bahwa mesin tersebut terpasang pada *free flow* aliran bebas tanpa termampatkan. Dengan alat ukur *load cell* dengan nilai toleransi yang sangat kecil.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada staff bidang kendali Pusat Teknologi Roket yang telah membantu dalam Uji Statik mesin turbin Jet P-200RX, kepada teknisi yang telah mendukung dan membantu kelancaran pengujian ini.

PERNYATAAN PENULIS

Penulis dengan ini menyatakan bahwa seluruh isi menjadi tanggung jawab penulis.

DAFTAR PUSTAKA

- 1) Jackson, A. J. B., Laskaridis, P., & Pilidis, 2004, *A Test bed for Small Aero Gas Turbines for Education and for University: Industry Collaboration*, In ASME Turbo Expo 2004: Power for Land, Sea, and Air (pp. 901-909), American Society of Mechanical Engineers.
- 2) Davison, C. R., & Birk, A. M., 2004, *Set up and operational experience with a micro-turbine engine for research and education*, ASME paper GT2004-53377.
- 3) Gullia, A., Laskaridis, P., Ramsden, K. W., & Pilidis, P., 2005, *A preliminary investigation of thrust measurement correction in an enclosed engine test facility*, AIAA paper, 1128, 2005.
- 4) Manual Book “*JetCat RX Turbine with V10 ECU*”. Ingenieur-Büro CAT, M. Zipperer GmbH, Staufen, Germany. www.jetcat.de.
- 5) López Juste, G., Montañés García, J. L., & Velazquez, A., 2009, *Micro-Jet Test Facility for Aerospace Propulsion Engineering Education*, International Journal of Engineering Education, 25(1), 11-16.
- 6) --, 2015, *JetCat Engine Data Sheet*. Disadur pada tanggal 6 Oktober 2015 pada situs <http://www.jetcatusa.com/>.
- 7) --, 2002, *Brayton Cycle Experiment -Jet Engine*, Turbine Technologies Limited.
- 8) Flack, R. D., 2005, *Fundamentals of jet propulsion with applications (Vol. 17)*, Cambridge University Press, New York.
- 9) F. Liu and W. A. Sirignano, 2001, *Turbojet and Turbofan Engine Performance Increases Through Turbine Burners*, Journal of Propulsion and Power, Vol. 17, No. 3 (2001), pp. 695-705. doi: 10.2514/2.5797
- 10) *iLoad TR Series Tilt Resistant USB Load Cell*. Disadur pada tanggal 6 Oktober 2015 pada situs <http://www.loadstarsensors.com/>

DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS



DATA UMUM

Nama Lengkap : Oka Suidiana
Tempat & Tgl. Lahir : Jakarta, 25 Juli 1983
Jenis Kelamin : Laki-laki
Instansi Pekerjaan : Pusat Teknologi Roket - LAPAN
NIP. / NIM. : 19830725 200912 1 001
Pangkat / Gol.Ruang : III/b
Jabatan Dalam Pekerjaan :
Agama : Islam
Status Perkawinan : Menikah

DATA PENDIDIKAN

SLTA : SMU Negeri 5 Palembang Tahun: 2001
STRATA 1 (S.1) : Institut Teknologi Bandung Tahun: 2006
STRATA 2 (S.2) : Universidad Politecnica de Madrid Tahun: 2014
STRATA 3 (S.3) : Tahun:

ALAMAT

Alamat Rumah : Sukamenak Indah L-41, Desa Sukamenak, Ke. Margahayu, Bandung
Alamat Kantor / Instansi : Jl. Raya LAPAN, Sukamulya, Rumpin, Bogor
HP. : 081281936855
Telp. :
Email : oka.suidiana@yahoo.co.id / oka.suidiana@lapan.go.id

RIWAYAT SINGKAT PENULIS



Oka Suidiana, lahir di Ibukota Jakarta pada hari Senin tanggal 25 Juli 1983 bekerja sebagai pegawai negeri sipil di lingkungan Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN), masuk mulai tahun 2010, menjadi salah satu Peneliti di satuan kerja Pusat Teknologi Roket di Bidang Navigasi, Kendali, dan Pandu. Riwayat pendidikan di Institut Teknologi Bandung (ITB), Jurusan Teknik Penerbangan lulus pada tahun 2010. Dari ketertarikan di dunia penerbangan dan mendalami lebih jauh teknologi, memajukan studi di *Universidad Politecnica de Madrid*, Spanyol hingga tahun 2014.