



ANGKASA

Volume V, Nomor 2, November 2013

SISTEM PENGENDALIAN JARAK TERBANG PADA PESAWAT QUADCOPTER UNTUK MENGHINDARI LOSS OF CONTROL

Agus Basukesti, Yuliani Indrianingsih

OPTIMASI DESAIN BURNER DENGAN PENAMBAHAN VENTURI MIXER PADA KOMPOR BERBAHAN BAKAR BIOGAS UNTUK Mendukung PERTANIAN TERPADU (ZERO WASTE) DI PILOT PLANT DME (DESA MANDIRI ENERGI) BERBAH

Teguh Wibowo, Nur Ahkmad Triwibowo

ANALISIS TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE BUS TRANS JOGJA UNTUK MEMPERBAIKI KINERJA PERUSAHAAN

Uyuunul Mauidzoh, Nurfi Ahmadi

SIMULASI TAKE-OFF PESAWAT DENGAN MENGGUNAKAN MATLAB

Bangga Dirgantara Adiputra

PERANCANGAN RUANG LABORATORIUM PERAWATAN PESAWAT TERBANG YANG MEMENUHI ASPEK ERGONOMI UNTUK Mendukung PEROLEHAN LISENSI DI BIDANG PENERBANGAN BAGI MAHASISWA

Eko Poerwanto, Gunawan

ANALISIS DAN PERANCANGAN SOFTWARE UNTUK MENENTUKAN WARNA KENDARAAN GELAP DAN TERANG

Haruno Sajati, Yenni Astuti

ANALISIS TEGANGAN KULIT BILAH TURBIN ANGIN KOMPOSIT (QUASI ISOTROPIC) MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA

Hendrix NF

PERANCANGAN SITUS JEJARING SOSIAL GUNA Mendukung INTERNET SEHAT

Hero Wintolo, Dwi Nugrahery

OPTIMASI ALAT PENEPIUNG GULA KRISTAL HASIL GRANULASI MENGGUNAKAN MESIN HAMMER MILL PADA SISTEM PEMBUATAN GULA SEMUT

Muhammad Jalu Purnomo

INEXACT NEWTON METHOD FOR COMBUSTION PROBLEM SOLUTION

Mardiana Irawaty, Bambang Sudibya

OPTIMALISASI UNJUK KERJA GENSET BERBAHAN BAKARHYBRID (BIOGAS-BENSIN) UNTUK Mendukung PILOT PLANT DME (DESA MANDIRI ENERGI) DI BERBAH

Muhrom Khudhori, Dedet Hermawan Setiabudi

PERANCANGAN PESAWAT TERBANG DENGAN MENGGUNAKAN 3DBLENDER

Nurcahyani Dewi Retnowati, Supri Ermanto

PENGEMBANGAN MODEL WORK IN PROCESS PADA UKM PRODUK KERAJINAN BAMBU DENGAN PENDEKATAN METODE ANTRIAN DAN SIMULASI

Riani Nurdin, Marni Astuti

SIMULASI PROSEDUR KEDATANGAN PADA TERMINAL AIRSPACE

Rully Medianto, Mahardi Sadono, Hisar M. Pasaribu

PERUBAHAN SIFAT LENTUR KOMPOSIT HIGH DENSITY POLYETHELENE (HDPE) TERHADAP PENGARUH FRAKSI VOLUME PENGISI SERBUK GENTENG LIMBAH.

Siswanto, Rian Wahyu Edi Sarwono, Aris Setyawan, Dedet Hermawan Setiabudi

THE EFFECTS OF SIGNIFICANT UNBALANCED THREE PHASE LOADS OF 500 kV EHV JAMALI SYSTEM ON ITS GENERATING UNIT UNDER STEADY STATE OPERATION

Arif Basuki, Sugiarto

PERANCANGAN SISTEM PENGUKURAN KINERJA MULTI KRITERIA INDUSTRI KREATIF KASONGAN BANTUL

Yasrin Zabidi, Suhardiwarno

YAYASAN ADIUPAYA (YASAU)
SEKOLAH TINGGI TEKNOLOGI ADISUTJIPTO
(STTA)

PROGRAM STUDI

TEKNIK ELEKTRO (S1)
TEKNIK INDUSTRI (S1)
TEKNIK INFORMATIKA (S1)
TEKNIK MESIN (S1)
TEKNIK PENERBANGAN (S1)

Alamat Penyunting dan Tata Usaha Jurnal "ANGKASA" :
P3M STTA Yogyakarta - Jl. Janti Blok R Lanud Adisutjipto Yogyakarta
Telp. (0274) 451263, Fax. (0274) 415265

ISSN 2085-9503



9 772085 950303

VISI

Menumbuhkan cakrawala, wawasan berpikir partisipatif
dalam pembangunan nasional melalui IPTEK

MISI

Pemberdayaan dan penajaman orientasi masyarakat
pendidikan Indonesia dalam pembangunan

PENANGGUNG JAWAB

Ir. Sutjianto, M.T

KETUA PENYUNTING

Denny Dermawan, S.T., M.Eng

WAKIL KETUA PENYUNTING

Yenny Astuti, S.T., M.Eng

DEWAN PENYUNTING

Freddy Kurniawan S.T., M.T

Uyuunul Mauidzoh, S.T., M.T

Nur Cahyani, S.F., M.T

Gunawan, S.T., M.T

Nur Akhmad Triwibowo, S.T

ADMINISTRASI

Purwanto

Jurnal Ilmiah Angkasa terbit 2 kali setahun edisi Mei dan November
Berisi kajian ilmiah dan hasil penelitian tentang teknologi

ALAMAT PENYUNTING DAN ADMINISTRASI

P3M STTA Yogyakarta

Jl. Janti Blok R Lanud Adisutjipto Yogyakarta

Telp. (0274) 451263, Fax. (0274) 415265

Pembaca yang terhormat,

Jurnal "ANGKASA" adalah jurnal bidang ilmiah bidang Teknologi yang diterbitkan oleh Sekolah Tinggi Teknologi Adisutjipto Yogyakarta dan pada kesempatan kali ini adalah merupakan penerbitan tahun ketiga, edisi Volume V, Nomor 2, November 2013. Pada edisi ini memuat 17 artikel ilmiah yang merupakan hasil-hasil penelitian Dosen STTA maupun Dosen di luar STTA yang meliputi 2 artikel tentang teknik elektro, 5 artikel tentang teknik informatika, 5 artikel tentang teknik penerbangan, 2 artikel tentang teknik mesin dan 3 artikel tentang teknik Industri.

Pada kesempatan ini, redaksi mengajak para pembaca untuk berpartisipasi bagi kelangsungan jurnal "ANGKASA" ini dengan jalan mengirimkan naskah. Adapun sistematika artikel diharapkan menggunakan bahasa Indonesia yang baik dan benar serta disesuaikan dengan pedoman penulisan naskah seperti yang tercantum pada sampul belakang majalah ini.

Jurnal "ANGKASA" kali ini dapat terbit tentu saja di antaranya berkat bantuan pimpinan STTA Yogyakarta serta partisipasi para penulis artikel dan pembaca, yang selalu mendukung, memberikan semangat, dan motivasi agar jurnal "ANGKASA" tetap eksis.

Untuk itu, Dewan Redaksi mengucapkan terima kasih.

Redaksi

Editorial

Sebenarnya sudah sejak lama, masyarakat menghendaki kualitas pendidikan khususnya pendidikan tinggi. Kualitas yang dimaksud tentu saja terutama berkaitan dengan hasil pendidikan yang diselenggarakan sebuah perguruan tinggi. Hasil pendidikan yang berkualitas dapat diyakini tidak mungkin dihasilkan oleh proses yang asal-asalan atau tidak berkualitas. Dengan kata lain, proses pendidikan yang berkualitas kecuali diharapkan akan menghasilkan lulusan yang berkualitas, sekaligus tentu merupakan penyelenggaraan pendidikan yang bertanggung jawab (*accountable*) serta sesuai dengan kebutuhan masyarakat dan pembangunan (*relevance*).

Meski juga menyangkut aspek layanan nonakademis, kualitas proses pendidikan pada jenjang perguruan tinggi jelas tidak dapat dipisahkan dengan kualitas dosen. Salah satu indikator kualitas dosen ditunjukkan oleh kinerja tugas pokok seorang dosen, yaitu Tri Dharma Perguruan Tinggi. Oleh karena itu menyangkut dharma penelitian dosen pada sebuah perguruan tinggi kecuali terkait dengan aspek proses dan hasilnya, kualitas pengelolaan atau manajemen hasilnya juga merupakan satu hal yang tidak kalah pentingnya.

Jurnal ANGKASA terbitan ketiga ini merupakan salah satu upaya peningkatan kualitas pengelolaan hasil penelitian maupun karya tulis dosen sekaligus sebagai bagian dari rasa tanggung jawab STTA Yogyakarta untuk menyebarluaskan kepada para pembaca.

Selanjutnya kepada seluruh sivitas akademika perguruan tinggi baik dosen maupun mahasiswa, serta para pembaca dan insan-insan yang memiliki kepedulian terhadap perkembangan dan permasalahan ilmu pengetahuan dan teknologi; sajian dalam terbitan kali ini semoga mampu memberikan manfaat bagi munculnya karya-karya maupun pemikiran kreatif dan inovatifnya.

SISTEM PENGENDALIAN JARAK TERBANG PADA PESAWAT QUADCOPTER UNTUK MENGHINDARI LOSS OF CONTROL Agus Basukesti, Yuliani Indrianingsih	1
OPTIMASI DESAIN BURNER DENGAN PENAMBAHAN VENTURI MIXER PADA KOMPOR BERBAHAN BAKAR BIOGAS UNTUK Mendukung Pertanian TERPADU (ZERO WASTE) DI PILOT PLANT DME (DESA MANDIRI ENERGI) BERBAH Teguh Wibowo, Nur Ahkmad Triwibowo	9
ANALISIS TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE BUS TRANS JOGJA UNTUK MEMPERBAIKI KINERJA PERUSAHAAN Uyuunul Mauidzoh, Nurfi Ahmadi	23
SIMULASI TAKE-OFF PESAWAT DENGAN MENGGUNAKAN MATLAB Bangga Dirgantara Adiputra	35
PERANCANGAN RUANG LABORATORIUM PERAWATAN PESAWAT TERBANG YANG MEMENUHI ASPEK ERGONOMI UNTUK Mendukung Perolehan LISENSI DI BIDANG PENERBANGAN BAGI MAHASISWA Eko Poerwanto, Gunawan	43
ANALISIS DAN PERANCANGAN SOFTWARE UNTUK MENENTUKAN WARNA KENDARAAN GELAP DAN TERANG Haruno Sajati, Yenni Astuti	59
ANALISIS TEGANGAN KULIT BILAH TURBIN ANGIN KOMPOSIT (QUASI ISOTROPIC) MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA Hendrix NF	69
PERANCANGAN SITUS JEJARING SOSIAL GUNA Mendukung INTERNET SEHAT Hero Wintolo, Dwi Nugraheny	79
OPTIMASI ALAT PENEPUNG GULA KRISTAL HASIL GRANULASI MENGGUNAKAN MESIN HAMMER MILL PADA SISTEM PEMBUATAN GULA SEMUT Muhmad Jalu Purnomo	89
INEXACT NEWTON METHOD FOR COMBUSTION PROBLEM SOLUTION Mardiana Irawaty, Bambang Sudibya	99
OPTIMALISASI UNJUK KERJA GENSET BERBAHAN BAKAR HYBRID (BIOGAS- BENSIN) UNTUK Mendukung PILOT PLANT DME (DESA MANDIRI ENERGI) DI BERBAH Muhrom Khudhori, Dedet Hermawan Setiabudi	113
PERANCANGAN PESAWAT TERBANG DENGAN MENGGUNAKAN 3D BLENDER Nurchayani Dewi Retnowati, Supri Ermanto	123
PENGEMBANGAN MODEL <i>WORK IN PROCESS</i> PADA UKM PRODUK KERAJINAN BAMBU DENGAN PENDEKATAN METODE ANTRIAN DAN SIMULASI Riani Nurdin, Marni Astuti	133

SIMULASI PROSEDUR KEDATANGAN PADA TERMINAL AIRSPACE Rully Medianto, Mahardi Sadono, Hisar M. Pasaribu	143
PERUBAHAN SIFAT LENTUR KOMPOSIT HIGH DENSITY POLYETHELENE (HDPE) TERHADAP PENGARUH FRAKSI VOLUME PENGISI SERBUK GENTENG LIMBAH. Siswanto, Rian Wahyu Edi Sarwono, Aris Setyawan, Dedet Hermawan Setiabudi	155
THE EFFECTS OF SIGNIFICANT UNBALANCED THREE PHASE LOADS OF 500 kV EHV JAMALI SYSTEM ON ITS GENERATING UNIT UNDER STEADY STATE OPERATION Arif Basuki, Sugiarto	159
PERANCANGAN SISTEM PENGUKURAN KINERJA MULTI KRITERIA INDUSTRI KREATIF KASONGAN BANTUL Yasrin Zabidi, Suhardiwarno	167

PERANCANGAN RUANG LABORATORIUM PERAWATAN PESAWAT TERBANG YANG MEMENUHI ASPEK ERGONOMI UNTUK Mendukung Perolehan Lisensi di Bidang Penerbangan Bagi Mahasiswa

Eko Poerwanto¹, Gunawan²

¹Jurusan Teknik Industri, Sekolah Tinggi Teknologi Adisutjipto, Yogyakarta

²Jurusan Teknik Penerbangan, Sekolah Tinggi Teknologi Adisutjipto, Yogyakarta

Jalan Janti Komplek Lanud. Adisutjipto, Blok R, Yogyakarta

Email :ekoeltas@gmail.com

ABSTRAK

Industri penerbangan hanya menerima lulusan perguruan tinggi dengan gelar sarjana yang mempunyai yang mempunyai *license* di bidang penerbangan. STTA sebagai institusi yang berwawasan dirgantara harus mempunyai fasilitas laboratorium *aircraft maintenance*. Mengingat prosedur praktek *aircraft maintenance* yang dibutuhkan sampai pada prosedur *ground-run* yang menimbulkan bunyi yang cukup bising, maka diperlukan rancangan ruang laboratorium *aircraft maintenance* yang memenuhi aspek ergonomi, sehingga tidak mengganggu fasilitas pendidikan yang lain di kampus. Metode penelitian dengan membandingkan studi literatur untuk melihat standar kebisingan yang berlaku di Indonesia dengan data pengukuran kebisingan di lingkungan perawatan pesawat terbang, dilanjutkan dengan perancangan ruang yang memenuhi aspek ergonomi sesuai dengan standar kebisingan yang diperbolehkan. Tujuan penelitian ini untuk mendapatkan alternatif keputusan untuk pembangunan ruang laboratorium dan tata letaknya yang optimal, serta memberikan contoh aplikasi ergonomik dalam perancangan ruang laboratorium perawatan pesawat. Hasil penelitian menunjukkan tidak ada alternatif yang sesuai untuk pembangunan ruang laboratorium perawatan pesawat terbang jika dilakukan *ground-run* di lingkungan kampus STTA, karena tingkat kebisingannya lebih tinggi dari standar yang diijinkan. Pelaksanaan *ground-run* pada perawatan pesawat terbang dapat dilakukan di luar jadwal perkuliahan.

Kata Kunci: Kebisingan, Ergonomi, Perawatan Pesawat Terbang

ABSTRACT

The airline industry received college graduates with a Bachelor's degree only who has had the license in the field of aviation. STTA as institutions that insightful Aerospace, should have a laboratory of aircraft maintenance facility. Considering the practice of aircraft maintenance procedures needed to a ground-run procedure gives rise to a fairly noisy sound, then the necessary laboratory space aircraft maintenance plan that meets the aspect of ergonomics, so it doesn't interfere with other education facilities on campus. Research methods by comparing the study literature to see the applicable noise standards in Indonesia with the measurement data of environmental noise in aircraft maintenance, followed by design spaces that meet the standards in accordance with the ergonomics aspects of noise are allowed. The purpose of this research was to obtain an alternative decision for construction of the space laboratory and the optimal layout, as well as provide examples of the application of ergonomics in the design of aircraft maintenance laboratory space. The results showed there was no alternative to the construction of the space laboratory aircraft maintenance, if ground run-is done in the STTA,

because noise levels due to the higher standard of allowable. The implementation of ground-run on the aircraft maintenance can be done outside of the lecture schedule

Keyword: *Noise, ergonomics, aircraft maintenance*

1. PENDAHULUAN

Industri penerbangan hanya menerima lulusan perguruan tinggi dengan gelar sarjana yang mempunyai *license* di bidang penerbangan. STTA sebagai institusi yang berwewasan dirgantara harus mempunyai fasilitas laboratorium *aircraft maintenance*. Mengingat prosedur praktek *aircraft maintenance* yang dibutuhkan sampai pada prosedur *ground-run* yang menimbulkan bunyi yang cukup bising, maka diperlukan rancangan ruang laboratorium *aircraft maintenance* yang memenuhi aspek ergonomi, sehingga tidak mengganggu fasilitas pendidikan yang lain di kampus.

(Nadya dan Poltje, 2010) melakukan pengukuran pada operator di ruang mesin PLTA yang menunjukkan bahwa untuk telinga kanan 39 % sampel termasuk dalam kategori normal pendengarannya, 50 % mengalami tuli ringan dan 11 % tuli sedang. Sedangkan untuk hasil telinga kiri 47 % masih dalam kategori normal, 42 % tuli ringan dan 11 % mengalami tuli sedang. Mengacu pada data hasil pengukuran tingkat kebisingan di salah satu unit PLTA pada bulan Oktober 2009 dan hasil pengukuran Mei 2010 menunjukkan bahwa pada ruang mesin telah melebihi ambang batas pendengaran yang telah ditetapkan oleh Keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor Kep-51/Men/1999 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika di Tempat Kerja yaitu 85 dB untuk standar 8 jam kerja per hari dan 40 jam per minggu, yaitu mencapai 89,5 dB – 92,2 dB. (Nadya dan Poltje, 2010) memberikan saran bagi pihak perusahaan agar melaksanakan pengawasan terhadap penggunaan Alat Pelindung Telinga (APT) dan penerapan manajemen keselamatan dan kesehatan kerja bagi para tenaga kerja serta untuk tenaga kerja agar supaya patuh dalam penggunaan alat pelindung telinga saat bekerja di tempat yang tingkat paparan bisingnya tinggi.

Ketuliaan berat dapat timbul pada frekuensi 3.000-8.000 Hz, mungkin menyebabkan keluhan subjektif sedikit saja mengenai perubahan pendengaran. Awal dan perkembangan tuli saraf akibat bising lambat dan tidak jelas, dan pekerja mungkin tidak sadar akan gangguan pendengarannya atau tidak peduli. (Munilson, dkk., 2009) Enam kasus gangguan pendengaran akibat bising pada pemeriksaan audiometri nada murni terdapat gambaran khas takik pada frekuensi 4.000 Hz.

Proses produksi dan perawatan pesawat terbang tidak lepas dari berbagai kendala yang menyangkut dokumentasi, baik *lost controlnya updating* dokumen, hilang, atau rusak nya sebuah dokumentasi perawatan pesawat atau bahkan terjadinya pencurian dokumentasi untuk kebutuhan tertentu. Sistem eketronik dokumen cerdas dirancang untuk mengakomodasi kebutuhan akan hal tersebut di sebuah perusahaan bengkel atau produksi pesawat terbang, dengan sistem ini pengontrolan *updating*, pencarian, serta proteksi dan *sharing* dokumen kepada *customer* sangat terjaga dan terkontrol dengan baik (Rosita, 2008).

Tata letak fasilitas yang ergonomis dapat dipastikan salah satunya dapat dikenali jika keberadaan suatu fasilitas tidak akan mengganggu fasilitas lainnya yang berdekatan, sehingga aktivitas pada fasilitas tersebut dapat berjalan nyaman dan aman. Bising di lingkungan kerja berdampak buruk bagi kesehatan yaitu dapat merusak pendengaran yang dapat menyebabkan ketuliaan progresif. Mula-mula efek kebisingan pada pendengaran adalah sementara dan pemulihan terjadi secara cepat sesudah kebisingan berhenti tetapi jika terus-menerus melakukan pekerjaan di tempat dengan tingkat kebisingan yang tinggi dalam jangka waktu yang lama, maka lama-kelamaan akan menjadi kehilangan pendengaran yang menetap dan tidak dapat pulih kembali. Gangguan lainnya yaitu gangguan pada susunan syaraf pusat dan

organ keseimbangan, serta dapat menurunkan kinerja berupa kurangnya perhatian terhadap pekerjaan, komunikasi dan konsentrasi sehingga terjadi kesalahan dalam bekerja. Kebisingan juga dapat menimbulkan reaksi masyarakat di sekitar pabrik yang dapat memicu pada perusahaan dan lain-lain (Sastrowinoto, 1985).

Menurut Moriber (1974), kebisingan pada berbagai level intensitas dapat mengakibatkan kerusakan yang bertingkat-tingkat. Kerusakan ini antara lain:

- > 80 dB : menyebabkan kerusakan pendengaran sebagian
- 120-125 dB : menyebabkan gangguan pendengaran sementara
- 125-140 dB : bisa menyebabkan telinga sakit
- > 150 dB : menyebabkan kehilangan pendengaran permanen

Tabel 1 Baku tingkat kebisingan

Peruntukan Kawasan / Lingkungan Kesehatan	Tingkat Kebisingan db(A)
a. Peruntukan Kawasan.	
1. Perumahan dan pemukiman	55
2. Perdagangan dan Jasa	70
3. Perkantoran dan Perdagangan	65
4. Ruang Terbuka Hijau	50
5. Industri	70
6. Pemerintahan dan Fasilitas Umum	60
7. Rekreasi	70
8. Khusus :	
- Bandar udara	
- Stasiun Kereta Api	60
- Pelabuhan Laut	70
- Cagar Budaya	
b. Lingkungan Kegiatan	
1. Rumah Sakit atau sejenisnya	55
2. Sekolah atau sejenisnya	55
3. Tempat ibadah atau sejenisnya	55

Sumber : KepMenLH (1996)

Menurut Buchari (2007), berdasarkan pengaruhnya terhadap manusia bising dapat dibagi menjadi tiga, yaitu:

1. Bising yang mengganggu (*irritating noise*). Intensitasnya tidak terlalu keras, misalnya: suara mendengkur.
2. Bising yang menutupi (*masking noise*) merupakan bunyi yang menutupi pendengaran yang jelas. Secara tidak langsung bunyi ini akan membahayakan keselamatan dan kesehatan tenaga kerja, karena teriakan atau tanda bahaya tenggelam dalam bising sumber bunyi.
3. Bising yang merusak (*damaging/injurious noise*) merupakan bunyi yang intensitasnya melebihi nilai ambang batas kebisingan. Bunyi jenis ini akan merusak atau menurunkan fungsi pendengaran.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian dengan membandingkan studi literatur untuk melihat standar kebisingan yang berlaku di Indonesia dengan data pengukuran kebisingan di lingkungan perawatan pesawat terbang, dilanjutkan dengan perancangan ruang yang memenuhi aspek ergonomi sesuai dengan standar kebisingan yang diperbolehkan.

Pengukuran kebisingan pesawat saat *engine ground-run* dilakukan dengan *sound level* meter dari beberapa jarak yaitu : 30, 60, 90, dan 120 meter dari sumber kebisingan (pesawat terbang sedang *ground run*) dengan posisi pesawat terbang tidak bergerak/tetap pada posisinya. Pengukuran dari jarak tersebut dilakukan pada empat arah yaitu : Selatan, Timur, Utara, dan Barat.

Sound Level Meter memiliki pembobotan atau skala A,B,dan C. Untuk pengukuran tingkat kebisingan dipakai skala A. Skala ini adalah skala kebisingan yang sensitif untuk frekuensi yang tinggi dan paling cocok dengan pendengaran manusia. Skala B memberikan respon yang baik untuk frekuensi rendah, sedangkan untuk skala C memberikan respon yang paling baik terhadap frekuensi rendah. Dengan menggunakan *Sound Level Meter* biasa. Kebisingan diperiksa dengan pengukuran tingkat tekanan bunyi dB(A) selama 10 menit untuk tiap pengukuran. Pembacaan dilakukan setiap 5 detik. Pengukuran kebisingan dilakukan pada dua kondisi *Engine Ground Run*, yaitu *Ground Idle* dan *Maximum Power*, dengan posisi pesawat menghadap ke Selatan (berlawanan arah angin).

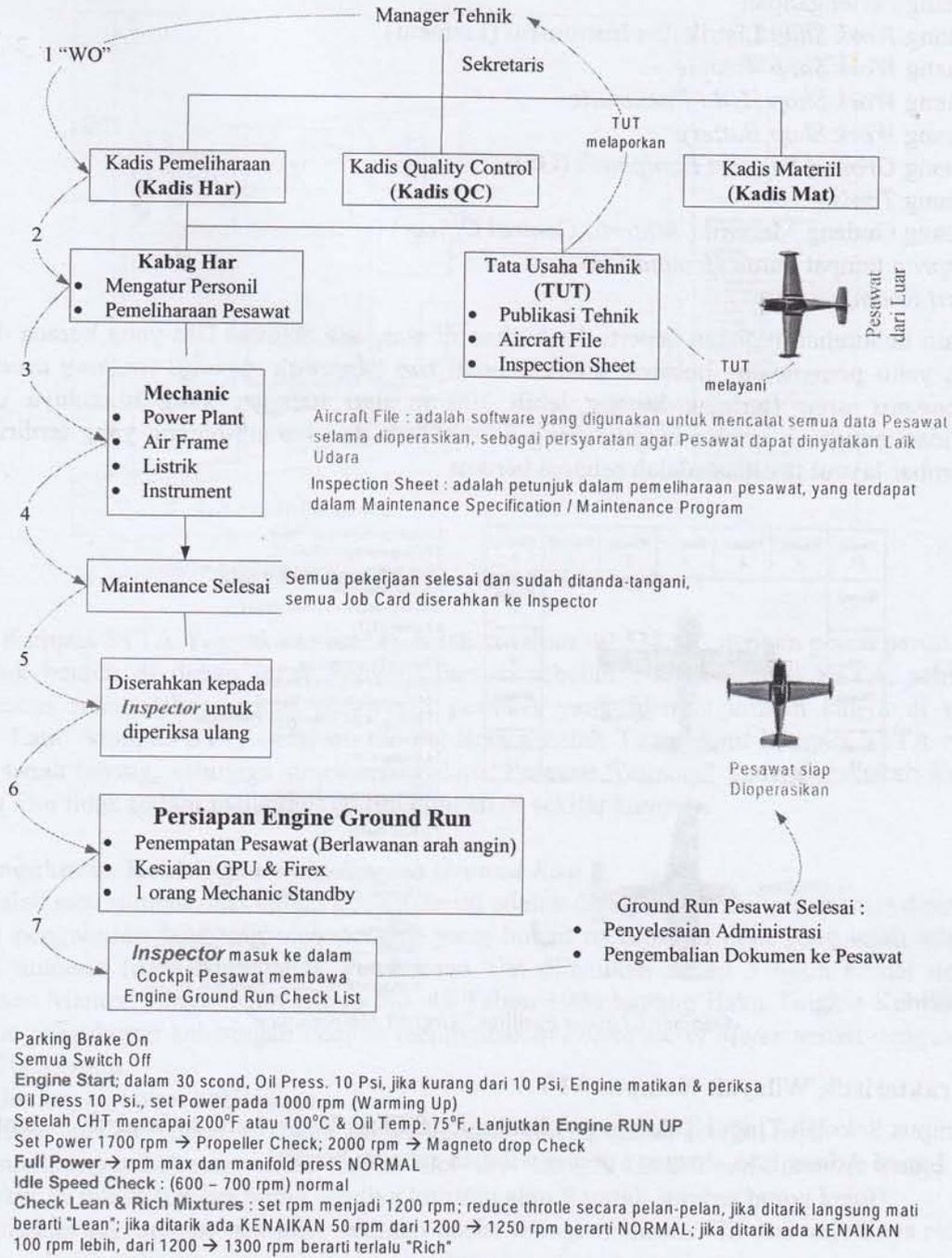
Setelah dilakukan pengukuran tingkat kebisingan, maka dilakukan pengolahan data dan analisis untuk pemilihan tata letak alternatif yang diusulkan. Beberapa tata letak alternatif yang diusulkan harus didasarkan juga faktor keamanan fasilitas perawatan pesawat, mengingat fasilitas ini memerlukan pengawasan yang cukup ketat. Validasi rancangan alternatif tata letak dilakukan dengan membandingkan baku kebisingan yang telah ditetapkan.

Tahapan terakhir pada penelitian ini adalah pengambilan keputusan dan kesimpulan atas analisis pembahasan yang telah dilakukan. Semua alternatif keputusan tata letak ruang laboratorium perawatan pesawat terbang yang memenuhi aspek ergonomi berkaitan dengan kebisingan dan keamanan diberikan dengan menambahkan saran-saran yang mungkin dapat dilakukan untuk meningkatkan faktor kenyamanan di lingkungan Kampus.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Proses Perawatan Pesawat Terbang

Gambar 1 merupakan proses perawatan pesawat terbang pada *Aircraft Maintenance Training Organization* (AMTO) selalu mewajibkan melakukan prosedur *engine ground run* setelah dilakukan perawatan pesawat terbang Pada dasarnya fasilitas laboratorium perawatan pesawat harus memenuhi standar yang telah ditetapkan yaitu Peraturan Menteri Perhubungan Nomor : KM 24 Tahun 1997 tanggal : 23 July 1997 dan sesuai SKEP/53/III/2001 dari Dirjen Perhubungan Udara, tentang Petunjuk Pelaksanaan (*Staff Instruction* Nomor 147-1) berkaitan Persetujuan Organisasi Pelatihan Perawatan Pesawat Udara (AMTO) *certificates issued pursuant to Civil Aviation Safety Regulations* (CASR). Part 147.



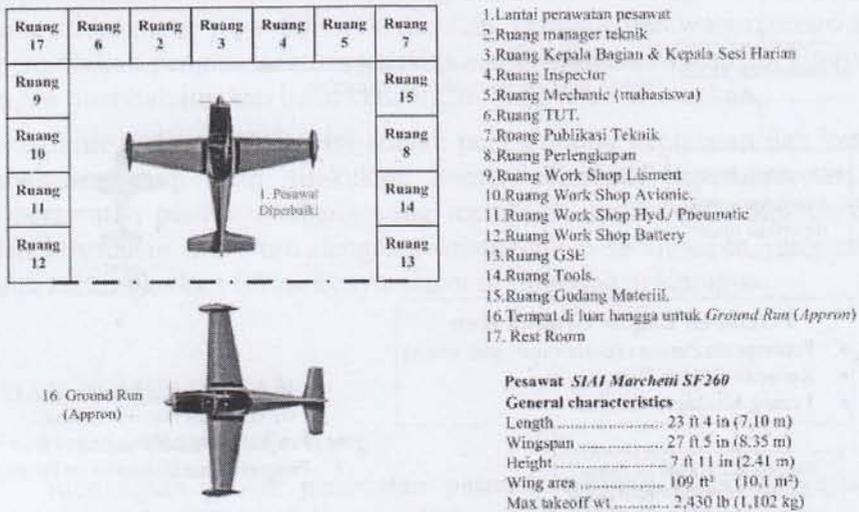
Gambar 1 Struktur Organisasi dan Alur Pelaksanaan Aircraft Maintenance

Seluruh kegiatan yang ada pada perawatan pesawat tentunya akan membutuhkan fasilitas ruangan yang memadai. Beberapa ruang fasilitas untuk mendukung kegiatan tersebut adalah :

1. Lantai Perawatan Pesawat
2. Ruang Manager Teknik (*Maintenance Engineering*)
3. Ruang Kepala Dinas/Bagian & Kepala Sesi Pemeliharaan Pesawat Terbang (Harpsbang) (*Maintenance Control Officer*)
4. Ruang Inspector (*Quality Control Officer*)
5. Ruang Mechanic (ruang kelas untuk mahasiswa)
6. Ruang Tata Usaha Tehnik (TUT).
7. Ruang Publikasi Teknik

8. Ruang Perlengkapan
9. Ruang *Work Shop* Listrik dan Instrument (Lisment)
10. Ruang *Work Shop Avionic*.
11. Ruang *Work Shop Hyd./ Pneumatic*
12. Ruang *Work Shop Battery*
13. Ruang *Ground Support Equipment (GSE)*.
14. Ruang *Tools*.
15. Ruang Gudang Materiil.(*Materiil Control Officer*)
16. *Apron* tempat untuk *Ground Run*
17. *Rest Room*.

Selain kebutuhan ruangan seperti disebutkan di atas, ada fasilitas lain yang berada diluar hanggar, yaitu penempatan pesawat untuk *ground run (Apron)*, *Aircraft washing area* dan *swing compas area* (terletak kurang lebih 100 m dari hanggar yang tujuannya untuk menghindari pengaruh medan magnet yang ditimbulkan dari barang-barang yang terdiri dari besi. Gambar layout fasilitas adalah sebagai berikut :



Gambar 2 *Layout* Fasilitas “*Aircraft Maintenance*”

3.2. Karakteristik Wilayah Kampus STTA

Kampus Sekolah Tinggi Teknologi Adisutjipto (STTA) Yogyakarta terletak di Jl. Janti Blok-R Lanud Adisutjipto, dengan kondisi wilayah sebagai berikut :



Gambar 3 Peta Situasi Kampus STTA Yogyakarta

Kampus STTA Yogyakarta berada di lahan seluas 49.538 m², dengan posisi perumahan penduduk berada di depan (arah Selatan) dan di sebelah Barat Kampus STTA, sehingga penempatan ruang laboratorium perawatan pesawat yang memungkinkan hanya di posisi “Timur Laut” kampus STTA. Hal ini dikarenakan sebelah Timur Laut kampus STTA masih berupa tanah lapang, sehingga suara bising dari “Pesawat Terbang” yang melakukan *Engine Ground Run* tidak terlalu mengganggu lingkungan di sekitar kampus.

3.3. Pengukuran Kebisingan pada *Engine Ground Run*

Salah satu sumber data dalam penelitian ini adalah data primer, yaitu data yang diperoleh melalui pengukuran langsung oleh peneliti yang bukan merupakan data yang telah ada dan bersifat numeric (data kuantitatif). Pembacaan alat dilakukan setiap 5 detik sesuai dengan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 48 Tahun 1996 tentang Baku Tingkat Kebisingan. Prosedur pengukuran kebisingan dengan menggunakan *Sound Level Meter* sesuai dengan SNI 7231 : 2009, yaitu :

- Hidupkan alat ukur kebisingan.
- Periksa kondisi baterai, pastikan bahwa keadaan power dalam kondisi baik.
- Sesuaikan pembobotan waktu respon alat ukur dengan karakteristik sumber bunyi yang diukur (S untuk sumber bunyi relative konstan atau F untuk sumber bunyi kejutan).
- Posisikan *microphone* alat ukur setinggi posisi telinga manusia. Hindari terjadinya refleksi bunyi dari tubuh atau penghalang sumber bunyi.
- Arahkan *microphone* alat ukur dengan sumber bunyi sesuai dengan karakteristik *microphone* (*microphone* tegak lurus dengan sumber bunyi, 70° – 80° terhadap sumber bunyi).
- Pilih tingkat tekanan bunyi (SPL) atau tingkat tekanan sinambung setara (Leq). Sesuaikanlah dengan tujuan pengukuran.
- Catat hasil pengukuran tingkat kebisingan.
- Bila alat ukur *Sound Level Meter* tidak memiliki fasilitas Leq maka dihitung secara manual dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Leq = 10 \text{ Log } \left\{ \frac{1}{T} [(t_1 \times 10^{0,1L_1}) + (t_2 \times 10^{0,1L_2}) + \dots + (t_n \times 10^{0,1L_n})] \right\} \quad (1)$$

Dimana :

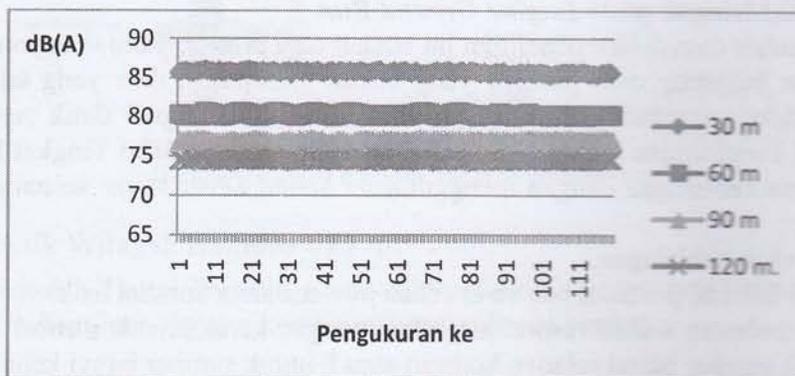
- Leq = tingkat tekanan bunyi sinambung setara
- L1 = tingkat tekanan bunyi pada periode t₁
- Ln = tingkat tekanan bunyi pada periode t_n
- T = total waktu pengukuran (t₁ + t₂ ++ t_n)

Pengukuran kebisingan pesawat saat *engine ground-run* dilakukan dengan *sound level* meter dari beberapa jarak yaitu : 30, 60, 90, dan 120 meter dari sumber kebisingan (pesawat terbang sedang *ground run*) dengan posisi pesawat terbang tidak bergerak/tetap pada posisinya. Pengukuran dari jarak tersebut dilakukan pada empat arah yaitu : Selatan, Timur, Utara, dan Barat.

Pengukuran kebisingan dilakukan dengan *Sound Level Meter*. Alat ini terdiri dari mikrofon, sirkuit, dan display pembacaan. Mikrofon ini akan mendeteksi tekanan udara yang bervariasi yang kemudian dengan bunyi akan mengubahnya menjadi sinyal elektrik. Sinyal ini kemudian akan diproses oleh sirkuit elektronik. Pembacaan akan terlihat dalam satuan desibel.

Sound Level Meter memiliki pembobotan atau skala A,B,dan C. Untuk pengukuran tingkat kebisingan dipakai skala A. Skala ini adalah skala kebisingan yang sensitif untuk frekuensi yang tinggi dan paling cocok dengan pendengaran manusia. Skala B memberikan respon yang baik untuk frekuensi rendah, sedangkan untuk skala C memberikan respon yang paling baik terhadap frekuensi rendah. Dengan menggunakan *Sound Level Meter* biasa. Kebisingan diperiksa dengan pengukuran tingkat tekanan bunyi dB(A) selama 10 menit untuk tiap pengukuran. Pembacaan dilakukan setiap 5 detik. Pengukuran kebisingan dilakukan pada dua kondisi *Engine Ground Run*, yaitu *Ground Idle* dan *Maximum Power*, dengan posisi pesawat menghadap ke Selatan (berlawanan arah angin).

Hasil pengukuran selama 10 menit dengan pencatatan setiap 5 detik pada titik Selatan (berhadapan dengan pesawat) adalah sebagai berikut :



Gambar 4 Hasil Pengukuran Kebisingan (*Graound Idle*) dari Titik Selatan (arah di depan Pesawat)

Setelah pengukuran pada masing-masing titik pengukuran kebisingan, maka dinilai rata-rata kebisingan untuk masing-masing perlakuan *ground run* sebagai berikut :

Hasil pengukuran tingkat kebisingan untuk *ground idle* :

Tabel 2 Hasil pengukuran tingkat kebisingan untuk *ground idle*

Jarak dari Pesawat	S	U	B	T	rerata
30 m	85.7	90.2	85.6	85.7	86.8
60 m	80.3	86.1	81.2	81.1	82.175
90 m	77	82.6	78.2	78.1	78.975
120 m	74.5	79.2	75.1	75.1	75.975

Keterangan :

S = Selatan; U = Utara; B = Barat; T = Timur

Sumber : pengolahan data penelitian

Berdasarkan table hasil pengukuran tingkat kebisingan untuk kondisi *ground idle* menunjukkan kebisingan yang paling tinggi berada pada titik Utara, yaitu posisi pengukuran yang dilakukan di belakang pesawat terbang. Hal ini terjadi karena arah aliran udara (daya dorong) pesawat mengalir ke belakang pesawat, sehingga suara yang mengalir ke belakang lebih besar. Sedangkan hasil pengukuran untuk *maximum power*, adalah sebagai berikut :

Tabel 3 Hasil pengukuran tingkat kebisingan untuk *maximum power*

Jarak dari Pesawat	S	U	B	T	rerata
30 m	106.4	110.1	85.6	85.7	96.95
60 m	102.7	107.2	81.2	81.1	93.05
90 m	98.7	101.1	78.2	78.1	89.025
120 m	96	98.3	75.1	75.1	86.125

Keterangan :

S = Selatan; U = Utara; B = Barat; T = Timur

Sumber : pengolahan data penelitian

Berdasarkan table hasil pengukuran tingkat kebisingan untuk kondisi *maximum power* menunjukkan rata-rata kebisingan yang dihasilkan lebih besar dari pengukuran pada kondisi *ground idle*. Hal ini terjadi disebabkan posisi *engine power* lebih besar disbanding pada *ground idle*, sehingga putaran pada mesin menghasilkan tingkat kebisingan lebih besar.

Peraturan Terkait Kebisingan

Baku tingkat kebisingan adalah batas maksimal tingkat kebisingan yang diperbolehkan dibuang ke lingkungan dari usaha atau kegiatan sehingga tidak menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan (Kep. MenLH No. 48 Tahun 1996)

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan No.178 Tahun 1987 tentang kebisingan yang berhubungan dengan kesehatan, menyatakan pembagian wilayah kebisingan ke dalam empat zona, yaitu:

- Zona A, adalah zona untuk tempat penelitian, rumah sakit, tempat perawatan kesehatan atau sosial. Tingkat kebisingan 35-45 dB.
- Zona B, adalah untuk perumahan, tempat pendidikan, dan rekreasi. Tingkat kebisingan 45-55 dB.
- Zona C, adalah untuk perkantoran, pertokoan, perdagangan, pasar. Tingkat kebisingan 50-60 dB.
- Zona D, adalah untuk lingkungan industry, pabrik, stasiun kereta api, dan terminal bus, tingkat kebisingan 60-70 dB.

Sedangkan menurut IATA (*International Air Transportation Association*) kebisingan dibagi ke dalam 4 zona yaitu :

- Zona A : intensitas > 150 dB. Daerah berbahaya dan harus dihindari.

- b. Zona B : intensitas 135 – 150 dB. Individu yang terpapar perlu memakai pelindung telinga (*earmuff* dan *earplug*).
- c. Zona C : intensitas 115 – 135 dB. Perlu memakai *earmuff*.
- d. Zona D : intensitas 100 – 115 dB. Perlu memakai *earplug*

Adapun nilai ambang batas kebisingan di lingkungan kerja diatur oleh Surat Keputusan Menteri Menaker No. KEP – 51/MEN/1999.

Tabel 4 Nilai Ambang Batas Kebisingan di Indonesia

Waktu Pemejanaan per hari		Intensitas Kebisingan dB(A)
8	Jam	85
4		88
2		91
1		94
30	Menit	97
15		100
7,5		103
3,75		106
1,88		109
0,94		112
28,12	Detik	115
14,06		118
7,03		121
3,52		124
1,76		127
0,88		130
0,44		133
0,22		136
0,11		139

Sumber : Kep.Menaker No.51 Tahun 1999

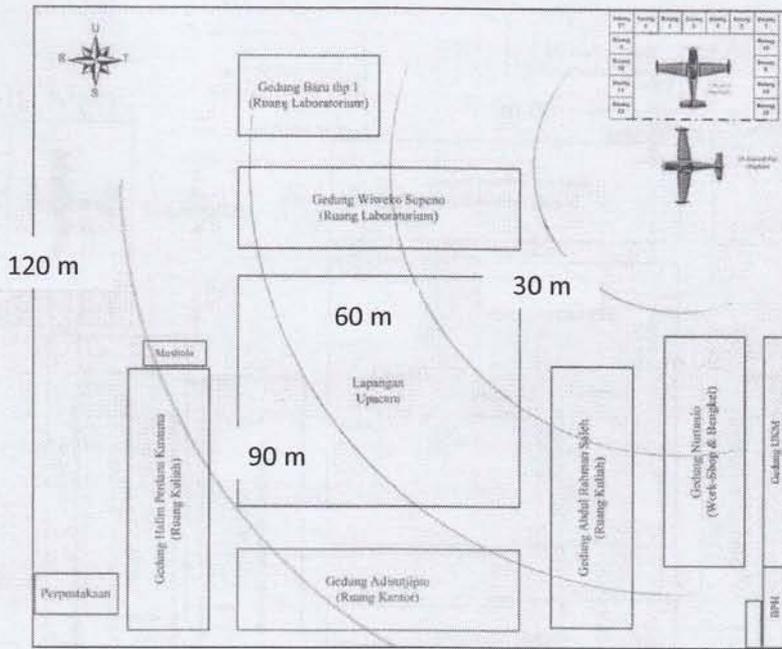
Berdasarkan hasil pengukuran kebisingan pada *Engine Ground Run*, dapat dilakukan analisis awal bahwa pelaksanaan *engine ground run* tidak memungkinkan dilaksanakan pada saat jadwal kuliah sedang berlangsung, hal ini dikarenakan rata-rata kebisingan hasil pengukuran, menunjukkan di atas ambang batas lingkungan tempat pendidikan yaitu sebesar 55 dB(A).

3.4. Perancangan Posisi Ruang Laboratorium *Aircraft Maintenance*

Berdasarkan pengukuran tingkat kebisingan *engine ground run*, dapat dipetakan 3 (tiga) alternatif penempatan ruang laboratorium perawatan pesawat terbang. Ketiga alternatif peta area kebisingan pada kampus STTA sebagai berikut :

Alternatif 1 :

Posisi ruang laboratorium perawatan pesawat berada di Timur Laut dari kampus STTA, dengan gambar sebagai berikut :



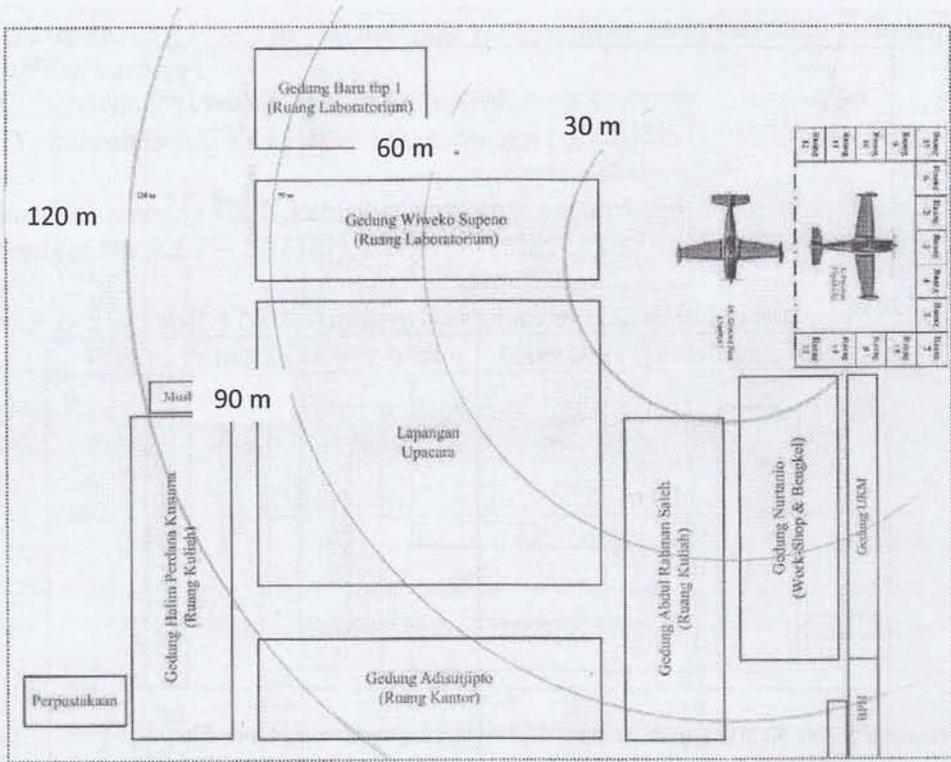
Gambar 5 Peta Kebisingan di Kampus STTA dari Engine Ground-Run Alternatif 1

Keterangan :

Posisi Lab. Perawatan Pesawat Terbang menghadap ke Selatan, hal ini dimaksudkan untuk aspek estetika dan keamanan, sehingga pengawasan keamanan menjadi mudah. Posisi *Ground-Run* Pesawat Terbang menghadap ke Barat sehingga suara terbising akan terbang ke arah Timur dengan area yang bebas dari aktivitas. Posisi seperti ini berdasarkan pengukuran kebisingan untuk berbagai radius jarak yang telah ditentukan pada jarak pengukuran terjauh 120 meter untuk *ground idle* sebesar 75,975 dB(A) dan *maximum power* sebesar 86,125 dB(A)

Alternatif 2 :

Posisi ruang laboratorium perawatan pesawat terbang, berada di belakang gedung Nurtanio dengan gambar sebagai berikut :



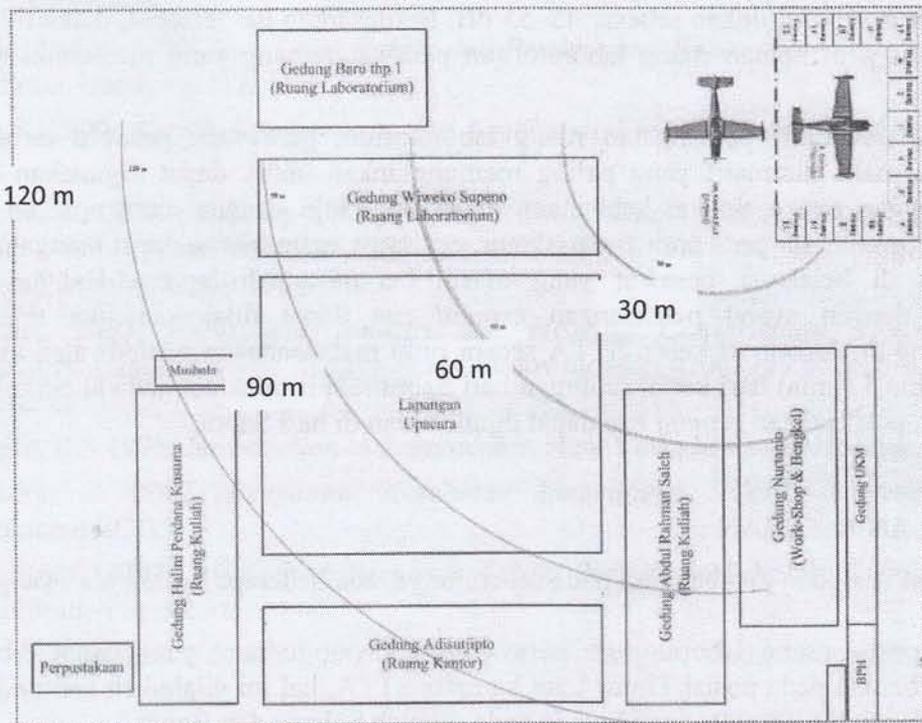
Gambar 6 Peta Kebisingan di Kampus STTA dari Engine Ground-Run Alternatif 2

Keterangan :

Posisi Lab. Perawatan Pesawat Terbang menghadap ke Barat, hal ini untuk aspek estetika dan keamanan. Posisi *Ground-Run* Pesawat Terbang menghadap ke Selatan. Posisi seperti ini kurang menguntungkan, karena area terbising di belakang pesawat masih ada beberapa fasilitas kampus. Posisi seperti ini berdasarkan pengukuran kebisingan untuk berbagai radius jarak yang telah ditentukan pada jarak pengukuran terjauh 120 meter untuk *ground idle* sebesar 75,975 dB(A) dan *maximum power* sebesar 86,125 dB(A)

Alternatif 3 :

Posisi ruang Lab. Perawatan Pesawat di Timur Laut area kampus STTA, dengan gambar sebagai berikut :



Gambar 7 Peta Kebisingan di Kampus STTA dari Engine Ground-Run Alternatif 3

Keterangan :

Posisi Lab. menghadap ke Barat dan posisi *Ground-Run* Pesawat Terbang menghadap ke Selatan. Posisi seperti ini kurang menguntungkan, karena area terbising di belakang pesawat masih ada area perumahan di Lanud. Adisutjipto. Posisi seperti ini berdasarkan pengukuran kebisingan untuk berbagai radius jarak yang telah ditentukan pada jarak pengukuran terjauh 120 meter untuk *ground idle* sebesar 75,975 dB(A) dan *maximum power* sebesar 86,125 dB(A)

3.5. Pembahasan

Pelaksanaan perawatan pesawat terbang atau *aircraft maintenance* diakhiri dengan pelaksanaan *Ground Run* yang berfungsi mengevaluasi *performace* pesawat setelah dilakukan perawatan, sehingga pesawat dinyatakan layak untuk diterbangkan. *Ground Run* merupakan standar prosedur yang harus dilakukan oleh mahasiswa yang melakukan training AMTO. Hal ini dilakukan sesuai dengan *form* DAC-65.09 yaitu surat tanda kecakapan (STK) langkah ke 18, yaitu *Perform engine run up*. Pelaksanaan *Ground Run* pada pesawat terbang jika dilakukan di lingkungan kampus STTA akan menimbulkan kebisingan cukup tinggi, sehingga akan mengganggu aktivitas belajar mengajar di kampus.

Berdasarkan pengukuran tingkat kebisingan yang dilakukan untuk kondisi *ground idle* : jarak 30 meter rata-rata tingkat kebisingan = 86,8 dB(A); jarak 60 meter rata-rata tingkat kebisingan = 82,175 dB(A); jarak 90 meter rata-rata tingkat kebisingan = 78,975 dB(A) dan jarak 120 meter rata-rata tingkat kebisingan = 75,975 dB(A). Sedangkan pengukuran tingkat kebisingan untuk kondisi *maximum power* : jarak 30 meter rata-rata tingkat kebisingan = 96,95 dB(A); jarak 60 meter rata-rata tingkat kebisingan = 93,05 dB(A); jarak 90 meter rata-rata tingkat kebisingan = 89,025 dB(A) dan jarak 120 meter rata-rata tingkat kebisingan = 86,125 dB(A).

Sekolah Tinggi Teknologi Adisutjipto (STTA) Yogyakarta merupakan institusi pendidikan yang bernuansa dirgantara mempunyai kewajiban menyediakan fasilitas pendidikan berupa laboratorium perawatan pesawat terbang. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan No.178

Tahun 1987 tentang kebisingan, maka institusi pendidikan berada pada Zona B dengan standar tingkat kebisingan yang diijinkan sebesar 45–55 dB. Berdasarkan hal tersebut, maka tidak ada satupun alternatif penempatan ruang laboratorium pesawat terbang yang memenuhi standar yang diijinkan.

Berdasarkan alternatif penempatan ruang laboratorium perawatan pesawat terbang di kampus STTA, maka alternatif yang paling memungkinkan untuk dapat digunakan adalah alternatif 1, dengan resiko tingkat kebisingan dapat dikurangi dengan menempatkan posisi pesawat untuk *ground run* pada arah Barat-Timur, sehingga suara bising dapat mengalir lepas ke area bebas di belakang pesawat yang masih berupa tanah lapang. Hal ini dapat dimungkinkan dengan syarat pelaksanaan *ground run* dapat dilakukan jika tidak ada perkuliahan yang dijalankan di kelas. STTA secara rutin melaksanakan penjadwalan aktivitas di kampus selama 5 (lima) hari kerja, sehingga hari Sabtu relatif tidak ada jadwal perkuliahan. Oleh karena itu, pelaksanaan *ground run* dapat dijadwalkan di hari Sabtu.

4. KESIMPULAN & SARAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan pada sebelumnya, ada beberapa kesimpulan yang dapat diberikan :

1. Alternatif posisi ruang laboratorium perawatan pesawat terbang yang dapat diberikan cenderung berada pada posisi Timur Laut kampus STTA, hal ini dilakukan karena hunian penduduk di sekitar Kampus yang berada pada sebelah Selatan dan Barat.
2. Hasil pengukuran tingkat kebisingan untuk beberapa jarak dari sumber kebisingan (pesawat yang melakukan *ground run*) menunjukkan tidak ada alternatif yang dapat digunakan untuk ruang laboratorium di area kampus STTA yang tersedia
3. Dari ketiga alternatif penempatan ruang laboratorium perawatan pesawat, yang paling memungkinkan dapat digunakan adalah alternatif 1, dengan syarat pelaksanaan *ground run* dapat dijalankan jika tidak ada jadwal perkuliahan di kelas.

Berdasarkan kesimpulan seperti diuraikan di atas, maka beberapa saran yang dapat diberikan pada penelitian ini:

1. Perancangan laboratorium perawatan pesawat terbang yang memenuhi aspek ergonomi adalah cukup kompleks. Penelitian ini hanya memperhatikan faktor kebisingan dan keamanan dari sisi penempatan ruang. Penelitian akan lebih lengkap dari aspek ergonomi jika memperhatikan faktor yang lain, misalkan pencahayaan, suhu dan lainnya
2. Kampus STTA sebagai institusi pendidikan yang bernuansa kedirgantaraan selayaknya memperhatikan fasilitas pendidikan yang paling utama berupa peralatan dan lainnya, yang menunjang kebutuhan mahasiswa untuk siap terjun di dunia industri penerbangan pada khususnya. Industri penerbangan selalu mensyaratkan seluruh personilnya untuk mempunyai *license*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis sangat berterima kasih atas bantuan Danskatek 043 Lanud. Adisutjipto Yogyakarta yang telah memberikan ijin pengukuran kebisingan pesawat terbang. Kepada Bapak Darmatmo, penulis juga mengucapkan terimakasih atas bantuan bimbingan proses perawatan pesawat terbang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Apple, James. 1990. *Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan*. Penerjemah: Nurhayati Mardiono. Bandung: ITB.
- [2] Anizar. 2009. *Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja di Industri*. Medan : Graha Ilmu.
- [3] Baiquni, K. 2009. *Studi Aspek Kebisingan di Unit Stamping Shop, Karawang Plant PT. Toyota Motor Manufacturing Indonesia*. [SKRIPSI]. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- [4] Buchari, 2007. *Kebisingan Industri dan Hearing Conservation Program*. USU Repository. (Online), (<http://library.usu.ac.id/download/ft/07002749.pdf>) Diakses tanggal 1 Maret 2013.
- [5] Bridger, R.S.1995. *Introduction to Ergonomics*. New York; McGraw-Hill, Inc.
- [6] Chandra, B. 2007. *Pengantar Kesehatan Lingkungan*. Jakarta : Penerbit Buku Kedokteran ECG.
- [7] Darmatmo., 2007., *Aircraft Maintenance*, Diktat Pengajaran Sekolah Tinggi Teknologi Adisutjipto, Yogyakarta
- [8] Dwi P. Sasongko...[et al], 2000, *Kebisingan lingkungan*, Badan Penerbit Universitas Diponegoro, Semarang
- [9] Departemen Kesehatan Republik Indonesia, 1990. *Upaya Keselamatan Kerja Sektor Informal di Indonesia*. Jakarta. (Online), (<http://digilib.unnes.ac.id/gsdlib/collect/skripsiarchives/HASHdf81/bbc67ef9.dir/doc.pdf>) Diakses tanggal 1 Maret 2013.
- [10] Fitriani, D. 2003. *Uji Getaran Mekanis dan Kebisingan Terhadap Operator Traktor Dua Roda Yanmar YST-DX dan Perkasa 850-DI Pada Pengoperasian di Lahan Sawah dan Lahan Kering*. [SKRIPSI]. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- [11] Kep. Men. L.H. NO. 48 Tahun 1996, Tanggal 25 Nopember 1996, Baku Tingkat Kebisingan
- [12] Keputusan Menakertrans Nomor : KEP-51/MEN/I/999, tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika dan Faktor Kimia di Tempat Kerja
- [13] Keputusan Menteri Kesehatan No.178 Tahun 1987 tentang kebisingan yang berhubungan dengan kesehatan.
- [14] Lipscomb, D. M. 1978. *Noise and Audiology*. University Park Press. Baltimore. Maryland.
- [15] Meyers, Fred E and Stephens, Matthew P, (2005). *Manufacturing Facilities Design and Material Handling*, 3rd edition
- [16] Mc. Cormick and Sanders.1992. *Human Factor in Engineering and Design*, 7th Ed, McGraw-Hill, New York.
- [17] Moriber, G. 1974. *Environmental Science*. Allyn and Bacee, Inc. Boston.
- [18] Munilson, Jacky; Edward, Yan; Hafiz, Al; 2009, Gangguan Pendengaran Akibat Bising : Tinjauan Beberapa Kasus , Bagian Telinga Hidung Tenggorok Bedah Kepala Leher, Fakultas Kedokteran Universitas Andalas - RSUP Dr. M. Djamil Padang
- [19] Nadya R.M.T, & Poltje D.R, 2010, Gambaran Tingkat Ketulian pada Tenaga Kerja Ruang Mesin PLTA Sektor Minahasa Wilayah Suluttenggo, Kesehatan Masyarakat Universitas Sam Ratulangi Manado.

- [20] Nurmiyanto, Eko., 2004, *Ergonomi ; Konsep Dasar dan Aplikasinya*. Guna Widya. Jakarta.
- [21] Notoatmodjo, S. 2003. *Ilmu Kesehatan Masyarakat : Prinsip-Prinsip Dasar*. Jakarta: Rineka Cipta. Petinaung, J. K. 2008. *Hubungan Lama Kerja dengan Gangguan Pendengaran Pada Tenaga Kerja di Ruang Mesin PLN Kecamatan Tabukan Selatan*. Skripsi. Manado. Politeknik Kesehatan.
- [22] Rambe, A. 2003. *Gangguan Pendengaran Akibat Bising*. Medan. (Online), (http://www.thtkomunitas.org/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=9) Diakses tanggal 1 Maret 2013.
- [23] Rosita, A., 2008, Sistem Elektronik Dokumen Cerdas Untuk Manajemen Dokumentasi Reparasi Dan Perawatan Pesawat Terbang, Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2008 (SNATI 2008) Yogyakarta ISSN: 1907-5022.
- [24] Saputra, P. 2009. *Mempelajari Aspek Konsumsi Energi di PTPN VIII Unit Kebun Gunung Mas, Bogor*. Laporan Praktik Lapangan. Departemen Teknik Pertanian, IPB, Bogor.
- [25] Sastrowinoto, S., 1985, *Meningkatkan Produktivitas dengan Ergonomi*, Pertja, Jakarta
- [26] Sembodo, J. 2004. *Evaluasi Tingkat Kebisingan Di Industri terhadap Kenyamanan dan Kesehatan Pekerja (Studi Kasus di PT. XYZ)*. [SKRIPSI]. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- [27] Satalaksana, Iftikar Z. Anggawisastra, Ruhana dan Jann H. Tjakraatmadja. *Teknik dan Tata Cara Kerja*. Departemen Teknik Industri ITB. 1979.
- [28] Tarwaka, Bakri, S.H.A. Sudiajeng L. *Ergonomi untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Produktivitas*. UNIBA Press. Surakarta. 2004.
- [29] Walpole, R.E. *Pengantar Statistika*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama. 1995.
- [30] Wignjosoebroto, S., 2003, *Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan*, Guna Widya
- [31] Wignjosoebroto, Sritomo., 1995, *Ergonomi, Studi Gerakan dan Waktu*. Surabaya: PT Guna Widya.
- [32] Wignjosoebroto, Sritomo, Arief Rahman dan Elfino Jovianto., 2010, *Kajian Ergonomi Dalam Perancangan Alat Bantu Proses Penyetelan dan Pengelasan Produk Tangki Travo*. Jurnal Ergonomika – Laboratorium Perancangan Sistem Kerja dan Ergonomi – Institut Teknologi Sepuluh November.