



PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

**RANCANGAN PENAMBAHAN FASILITAS *HEAVY VOLUME
LOW-SPEED (HVLS) FAN* GUNA OPTIMALISASI
PENGKONDISIAN UDARA DI CHECK IN AREA BANDARA
SYAMSUDIN NOOR – BANJARMASIN**

TUGAS AKHIR

NURUL LINTANG

1122623002

TEKNIK MESIN

TANGERANG SELATAN

2025



PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

**RANCANGAN PENAMBAHAN FASILITAS *HEAVY VOLUME
LOW-SPEED (HVLS) FAN* GUNA OPTIMALISASI
PENGKONDISIAN UDARA DI CHECK IN AREA BANDARA
SYAMSUDIN NOOR – BANJARMASIN**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik**

NURUL LINTANG

1122623002

TEKNIK MESIN

TANGERANG SELATAN

2025

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar**

Nama : Nurul Lintang

NPM : 1122623002

Tanda Tangan

: 

Tanggal

: **Agustus 2025**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

Nama : Nurul Lintang
NPM : 1122623002
Program Studi : Teknik Mesin – Institut Teknologi
Indonesia
Judul Tugas Akhir : Rancangan Penambahan Fasilitas *Heavy Volume Low-Speed* (HVLS) *Fan* Guna Optimalisasi Pengkondisian Udara di *Check In Area* Bandara Syamsudin Noor – Banjarmasin

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin – Institut Teknologi Indonesia

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Ir. Jones Victor Tuapetel ST,
MT, Ph.D, IPM, ASEAN-Eng

()

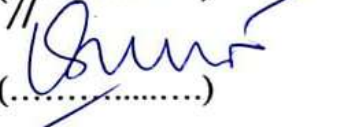
Penguji I : Ronald Akbar S.T., M.T.

()

Penguji II : Dr. Ir. Achmad Zaki Rahman,
S.T., M.T., IPM

()

Penguji III : Ir. Rulyenzi Rasyid, MKKK,
IPM

()

Ditetapkan di : Serpong, Tangerang Selatan

Tanggal : Agustus 2025

KETUA PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

()
()

(Ir. Jones Victor Tuapetel ST, MT, Ph.D, IPM, ASEAN-Eng)

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin Institut Teknologi Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

- (1) Ir. Jones Victor Tuapetel ST, MT, Ph.D, IPM, ASEAN-Eng sebagai Ketua Program Studi Teknik Mesin yang telah mengarahkan saya dalam penyusunan Tugas Akhir ini;
- (2) Ir. Jones Victor Tuapetel ST, MT, Ph.D, IPM, ASEAN-Eng sebagai Dosen Pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini;
- (3) Dr. Ir. Ismojo, S.T., M.T. sebagai Dosen Penasehat Akademik yang telah membimbing saya dari awal perkuliahan sampai dengan penyusunan Tugas Akhir;
- (4) Pihak PT Angkasa Pura Indonesia yang telah banyak membantu dalam usaha memperoleh data yang saya perlukan;
- (5) Orang tua dan keluarga saya yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral; dan
- (6) Sahabat yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan skripsi ini.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Tangerang Selatan, Agustus 2025

Penulis

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Institut Teknologi Indonesia, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Nurul Lintang
NPM : 1122623002
Program Studi : Teknik Mesin – Institut Teknologi
Indonesia
Jenis Karya : Tugas Akhir

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Institut Teknologi Indonesia Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

Rancangan Penambahan Fasilitas *Heavy Volume Low-Speed (HVLS) Fan* Guna Optimalisasi Pengkondisian Udara di *Check In Area* Bandara Syamsudin Noor – Banjarmasin.

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Institut Teknologi Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir/Skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Tangerang Selatan
Pada Tanggal Agustus 2025
Yang Menyatakan



(Nurul Lintang)

ABSTRAK

Nama	:	Nurul Lintang
Program Studi	:	Teknik Mesin
Judul	:	Rancangan Penambahan Fasilitas <i>Heavy Volume Low-Speed (HVLS) Fan</i> Guna Optimalisasi Pengkondisian Udara di <i>Check In Area</i> Bandara Syamsudin Noor – Banjarmasin
Dosen Pembimbing	:	Ir. Jones Victor Tuapetel ST, MT, Ph.D, IPM, ASEAN-Eng

High Volume Low Speed (HVLS) fan adalah jenis kipas yang dirancang untuk mengalirkan udara dalam volume besar dengan kecepatan rendah guna mengoptimalkan distribusi udara serta meningkatkan kenyamanan termal pada ruangan yang memiliki atap yang tinggi. Area terminal keberangkatan bandara Syamsudin Noor – Banjarmasin memiliki luasan sebesar 5.750 m² dan tinggi mencapai 18 m telah dilengkapi dengan fasilitas pendinginan udara tersentral. Saat ini tidak semua area pada terminal tersebut digunakan, mengaktifkan *Air Handling Unit (AHU)* pada area yang tidak dioperasikan akan memberikan beban daya berlebih. Untuk itu diperlukan sebuah *fan* besar untuk mengoptimalkan distribusi udara di area tersebut. Metode Analisa yang digunakan adalah dengan manual kalkulasi berdasarkan peraturan dan standar serta menggunakan aplikasi Ansys dan CBE Thermal Tools sebagai visualisasi. Untuk mengoptimalkan distribusi udara serta meningkatkan kenyamanan termal Beban pendinginan yang dibutuhkan di area tersebut sebesar 2.810.502,17 Btu/h. Konfigurasi HVLS *fan* yang digunakan sebanyak 4 (empat) unit dengan diameter kipas sebesar 2,1 m dan 2 unit 1,8 m dan diberikan jarak pemasangan sejauh 10 m untuk masing-masing HVLS *fan*. Dengan menambah HVLS *fan* pada area tersebut dapat mengurangi daya dan biaya mencapai 47%.

Kata kunci : *Heavy Volume Low-Speed (HVLS) Fan, Terminal Keberangkatan Bandara Syamsudin Noor - Banjarmasin*

ABSTRACT

High Volume Low Speed (HVLS) fans are a type of fan designed to circulate large volumes of air at low speeds to optimize air distribution and improve thermal comfort in rooms with high ceilings. The departure terminal area of Syamsudin Noor Airport - Banjarmasin has an area of 5,750 m² and a height of 18 m has been equipped with centralized air conditioning facilities. Currently not all areas in the terminal are used, activating the Air Handling Unit (AHU) in an area that is not operational will provide an excessive power load. For this reason, a large fan is needed to optimize air distribution in the area. The analysis method used is manual calculation based on regulations and standards and using the Ansys and CBE Thermal Tools applications as visualization. To optimize air distribution and improve thermal comfort The required cold load in the area is 2.810.502,17 Btu/h. The HVLS fan configuration used was 4 (four) units with a fan diameter of 2.1 m and 2 units of 1.8 m and given a distance of 10 m for each HVLS fan. By adding HVLS fans in this area, power and costs can be reduced by up to 47%.

Kata kunci : Heavy Volume Low-Speed (HVLS) Fan, departure terminal area of Syamsudin Noor Airport – Banjarmasin

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penulisan	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Dasar Teori dan Dasar Perhitungan	4
2.1.1 Pengkondisian Udara	4
2.1.2 Beban Pendinginan Ruangan.....	4
a. Beban pendinginan yang berasal dari luar ruangan (eksternal)...	5
b. Beban pendinginan yang berasal dari dalam ruangan (Internal) .	6
2.1.3 <i>High Volume Low-Speed</i> (HVLS) <i>fan</i>	10
a. Pengertian	10
b. Prinsip Kerja	11
c. Manfaat Penggunaan	12
d. Konfigurasi Pemasangan HVLS.....	13
2.1.4 Tingkat Kenyamanan Termal	14
a. Kenyamanan Termal.....	14
b. Indeks Kenyamanan Termal dengan Metode <i>Predicted Mean Vote</i> (PMV) dan <i>Predicted Percentage of Dissatisfied</i> (PPD)	19
c. Rentang Poin Skala PMV dan PPD yang Dapat Diterima	23
d. <i>CBE Thermal Comfort Tool</i>	24
2.1.5 Efisiensi Energi.....	25

2.2 Penelitian Terkait.....	30
BAB III METODE	
3.1 Lokasi Penelitian	39
3.2 Metode Penelitian	42
3.3 Data-data Pendukung.....	42
3.2.1 Studi Literatur	42
3.2.2 Data Penelitian.....	42
3.4 Diagram Alir Penelitian	43
BAB IV PEMBAHASAN	
4.1 Gambaran Umum Rancangan.....	45
4.1.1. Site Plan Check In Area	46
4.1.2. Site Plan Sistem Pendinginan Udara Eksisting	48
4.2 Kebutuhan Pendinginan Ruangan.....	51
4.2.1. Kebutuhan Beban Pendinginan Ruangan	51
4.2.2. Perangkat Pendinginan Udara Eksisting.....	58
4.2.3. Kesesuaian Perangkat Eksisting dan Beban Pendinginan	59
4.3 Perancangan Penggunaan HVLS.....	60
4.3.1. Konfigurasi Pemasangan HVLS.....	60
4.3.2. Analisa Distribusi Udara dengan Menggunakan CFD	63
4.4 Tingkat Kenyamanan Termal	71
4.4.1. Kenyamanan Termal Eksisting.....	71
4.4.2. Kenyamanan Termal Dengan Penggunaan HVLS	75
4.5 Efisiensi	79
4.5.1. Kebutuhan Daya Perangkat Pendinginan Udara Eksisting.....	79
4.5.2. Kebutuhan Daya Perangkat Pendinginan Udara dengan Penambahan HVLS	81
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	86
5.2 Saran	86
DAFTAR REFERENSI	88
DAFTAR LAMPIRAN	90

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1	Beban Pendinginan Eksternal dan Internal.....5
Gambar 2.2	Pergerakan Udara Penggunaan HVLS11
Gambar 2.3	Pengaruh Lingkungan dan Pengaruh Internal yang mempengaruhi Kenyamanan Termal14
Gambar 2.4	Perhitungan Eksak untuk mengetahui Nilai dari PMV20
Gambar 2.5	Grafik yang Menunjukkan Bagaimana PPD Diprediksi Berubah Seiring Dengan PMV23
Gambar 2.6	Hasil Prediksi penggunaan perangkat CBE Thermal Comfort Tool25
Gambar 2.7	Pengaruh Stem Opening pada Valve dengan Flow Rate27
Gambar 2.8	Grafik Peningkatan Suhu Tubuh Pada Sapi Perah dan Lokasi Pengukuran Kecepatan Udara di Kandang Sapi Perah30
Gambar 3.1	Wilayah Bandara Syamsudin Noor - Banjarmasin.....39
Gambar 3.2	Area Check In Internasional dan Domestik40
Gambar 3.3	Area Check-In Domestik40
Gambar 3.4	Area Check-In Internasional (tidak dioperasikan)41
Gambar 3.5	Area Check-In Domestik (mengarah ke SCP)41
Gambar 4.1	Area <i>Check In</i> Internasional dan Domestik46
Gambar 4.2	Alur Keberangkatan Penumpang47
Gambar 4.3	Titik Lokasi AHU Area <i>Check In</i>48
Gambar 4.4	Titik Diffuser yang disupply dari AHU.1.WA-0249
Gambar 4.5	Titik Diffuser yang disupply dari AHU.1.WA-0549
Gambar 4.6	Titik Diffuser yang disupply dari AHU.1.WA-0650
Gambar 4.7	Titik Diffuser yang disupply dari AHU.1.WA-07 dan 0850
Gambar 4.8	Perspektif Atap Dengan Kisi Kisi Kaca51
Gambar 4.9	Perspektif Interior Area <i>Check In</i>51
Gambar 4.10	<i>Main Entrance (passenger only)</i>52
Gambar 4.11	Rencana Posisi Pemasangan HVLS Dengan Menggunakan Kipas Diameter 1,88 m61
Gambar 4.12	Rencana Posisi Pemasangan HVLS Dengan Kombinasi Bilah Kipas Diameter 1,88 m dan 2,1 m61
Gambar 4.13	Dimensi HVLS63
Gambar 4.14	Geometry Udara pada Visualisasi Ruangan Dengan Perangkat Distribusi Udara HVLS fan.....64

Gambar 4.15	Arah Aliran Udara pada Geometry	65
Gambar 4.16	<i>Countour Velocity Magnitude</i> dan <i>Countour Static Temperature</i> dengan perangkat AHU eksisting	65
Gambar 4.17	<i>Countour Velocity Magnitude</i> dan <i>Countour Static Temperature</i> dengan perangkat AHU + HVLS $\varnothing 1,88$ m	66
Gambar 4.18	<i>Countour Velocity Magnitude</i> dan <i>Countour Static Temperature</i> dengan perangkat AHU + HVLS $\varnothing 2,1$ m dan $\varnothing 1,88$ m	68
Gambar 4.19	<i>Vector Velocity Magnitude</i> dan <i>Vector Static Temperature</i> dengan perangkat AHU + HVLS $\varnothing 1,88$ m	68
Gambar 4.20	<i>Vector Velocity Magnitude</i> (b) <i>Vector Static Temperature</i> dengan perangkat AHU + HVLS $\varnothing 2,1$ m dan $\varnothing 1,88$ m	69
Gambar 4.21	Analisa Nilai PMV dan PPD dengan menggunakan Perangkat HVAC Eksisting (pengukuran suhu pagi, pengukuran suhu siang, dan pengukuran suhu sore)	74
Gambar 4.22	Analisa Nilai PMV dan PPD dengan menggunakan Perangkat Eksisting Kombinasi dengan HVLS (pengukuran suhu pagi, pengukuran suhu siang, dan pengukuran suhu sore)	76
Gambar 4.23	Analisa Nilai PMV dan PPD dengan menggunakan Perangkat Eksisting Kombinasi dengan HVLS (pengukuran suhu pagi, pengukuran suhu siang, dan pengukuran suhu sore)	79

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Nilai Koefisien Perpindahan Kalor Rancangan Untuk Kaca	6
Tabel 2.2 Nilai Koefisien CLTD untuk Kaca	6
Tabel 2.3 Nilai Kalor Sensibel dan Kalor Laten di Penumpang Bandara	7
Tabel 2.4 Data Trafik Penumpang Bandara Syamsudin Noor – Banjarmasin pada Tahun 2024	8
Tabel 2.5 Tipe dan Spesifikasi dari HVLS	14
Tabel 2.6 Rekapitulasi Rata – Rata Pengukuran Suhu Terminal Tahun 2024 Area Check In Terminal	15
Tabel 2.7 Persamaan Suhu Operatif Berdasarkan Kecepatan Udara	16
Tabel 2.8 Macam Metabolik Pembangkit Panas untuk Beragam Aktivitas	18
Tabel 2.9 Isolasi termal untuk beberapa jenis baju	19
Tabel 2.10 Tujuh Poin Termal Skala Sensasi PMV	20
Tabel 2.11 Tujuh Poin Termal Skala Sensasi PPD	22
Tabel 2.12 Spesifikasi AHU Eksisting yang mensupply area <i>check-in</i> domestik	25
Tabel 2.13 Rentang Kecepatan Udara di beberapa titik di kandang sapi perah dengan menggunakan HVLS	30
Tabel 2.14 Hasil simulasi kecepatan udara rata-rata di dalam ruangan serta di sekitar orang	32
Tabel 2.15 Rata-rata hasil Kecepatan Udara yang dihasilkan dari 4 desain bilah kipas	34
Tabel 2.16 Rata-rata hasil Kecepatan Udara yang dihasilkan dari <i>Branded HVLS Fan extended Flap</i>	35
Tabel 2.17 Rekapitulasi Hasil Sensasi PMV dan PPD	38
Tabel 4.1 Material Kaca pada Dinding dan Atap di Area Check In	52
Tabel 4.2 Daya peralatan di area <i>Check In</i>	56
Tabel 4.3 Rekapitulasi Beban Pendinginan dengan Jumlah Kalor yang Dihasilkan	58
Tabel 4.4 Perbandingan Kapasitas Pendinginan AHU dengan Total Beban Pendinginan Area <i>Check In</i>	58
Tabel 4.5 Perbandingan AHU yang Dioperasikan dengan Kapasitas Pendinginannya	59
Tabel 4.6 Rekapitulasi Sebaran Hasil Iterasi Sistem Distribusi Udara dengan AHU Eksisting dan HVLS D 1.88 dan D 2.1.....	71
Tabel 4.7 Kecepatan Udara yang berasal dari AHU	72

Tabel 4.8	Suhu Ruangan, Suhu Radiasi dan Suhu Operatif dengan Kecepatan Angin (v) <0.2 m/s	72
Tabel 4.9	Analisa Tingkat Kenyamanan Termal dengan menggunakan Perangkat Pendinginan Udara Eksisting Metode <i>CBE Thermal Comfort Tools</i> ..	73
Tabel 4.10	Suhu Ruangan, Suhu Radiasi dan Suhu Operatif dengan Kecepatan Angin (v) $0,2 - 0,6$ m/s	75
Tabel 4.11	Analisa Tingkat Kenyamanan Termal dengan menggunakan Perangkat Pendinginan Udara Kombinasi HVLS Metode <i>CBE Thermal Comfort Tools</i>	76
Tabel 4.12	Suhu yang dirasakan Penumpang dengan <i>Cooling Effect</i>	77
Tabel 4.13	Suhu Ruangan, Suhu Radiasi dan Suhu Operatif dengan Kecepatan Angin (v) $0,2 - 0,6$ m/s (asumsi AHU beroperasi 80%)	78
Tabel 4.14	Analisa Tingkat Kenyamanan Termal dengan menggunakan Perangkat Pendinginan Udara Kombinasi HVLS Metode <i>CBE Thermal Comfort Tools</i> (asumsi AHU beroperasi 80%).....	78
Tabel 4.15	Perhitungan Daya Pengoperasian AHU	80
Tabel 4.16	Penerapan Hukum Affinitas untuk Mengetahui Besar Daya Akhir (P_2)	83
Tabel 4.17	Konfigurasi Penerapan Pengoperasian Kombinasi AHU dan HVLS ..	84
Tabel 4.18	Total Daya dan Biaya Operasional AHU dan AHU dengan HVLS ...	84
Tabel 4.19	Rekapitulasi Hasil Konfigurasi Pengoperasian AHU dan HVLS	85

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
LAMPIRAN 1 Variabel Kontrol dan Sumbernya	90
LAMPIRAN 2 Data Histogram Analisa CFD	99
LAMPIRAN 3 Kertas Kerja Pengukuran Suhu Terminal	102
LAMPIRAN 4 Hasil Konfigurasi Pengoperasian AHU 100%	105
LAMPIRAN 5 Hasil Konfigurasi Pengoperasian AHU Dengan Kombinasi Kipas Diameter 1,88 m	106
LAMPIRAN 6 Hasil Konfigurasi Pengoperasian AHU Dengan Kombinasi Kipas Diameter 2,1 M dan 1,88 M Nilai Kalor Sensibel dan Kalor Laten di Penumpang Bandara	107