

KERTAS KERJA WAJIB

INOVASI DESAIN EXHAUST FAN SEBAGAI UPAYA PENGOPTIMALAN VENTILASI DI GEDUNG PENGUJIAN KENDARAAN BERMOTOR DENGAN APLIKASI SOLIDWORKS

Ditujukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Ahli Madya



Disusun oleh :
ISTIQOMAH UMMA AFIFAH
22031015

**PROGRAM STUDI
DIPLOMA III TEKNOLOGI OTOMOTIF
POLITEKNIK KESELAMATAN TRANSPORTASI JALAN
TEGAL
2025**

KERTAS KERJA WAJIB

INOVASI DESAIN EXHAUST FAN SEBAGAI UPAYA PENGOPTIMALAN VENTILASI DI GEDUNG PENGUJIAN KENDARAAN BERMOTOR DENGAN APLIKASI SOLIDWORKS

Ditujukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Ahli Madya



Disusun oleh :
ISTIQOMAH UMMA AFIFAH
22031015

**PROGRAM STUDI
DIPLOMA III TEKNOLOGI OTOMOTIF
POLITEKNIK KESELAMATAN TRANSPORTASI JALAN
TEGAL
2025**

HALAMAN PERSETUJUAN

INOVASI DESAIN EXHAUST FAN SEBAGAI UPAYA PENGOPTIMALAN VENTILASI DI GEDUNG PENGUJIAN KENDARAAN BERMOTOR DENGAN APLIKASI SOLIDWORKS

*EXHAUST FAN DESIGN INNOVATION AS AN EFFORT TO OPTIMIZE
VENTILATION IN A MOTOR VEHICLE TESTING BUILDING WITH SOLIDWORKS
APPLICATION*

Disusun oleh :

ISTIQOMAH UMMA AFIFAH

22031015

Telah disetujui oleh :

Pembimbing 1



Aat Eska Fahmadi, S.Pd., M.Pd.
NIP. 198806272019021001

Tanggal

2025

Pembimbing 2



Buang Turasno, A.TD., M.T.
NIP. 196502201988031007

Tanggal

2025

HALAMAN PENGESAHAN

INOVASI DESAIN EXHAUST FAN SEBAGAI UPAYA PENGOPTIMALAN VENTILASI DI GEDUNG PENGUJIAN KENDARAAN BERMOTOR DENGAN APLIKASI SOLIDWORKS

Disusun oleh :

ISTIQOMAH UMMA AFIFAH

22031015

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji

Pada tanggal : 06 Agustus 2025

Ketua Sidang

R.Arief Novianto, S.T., M.Sc.

NIP.197411292006041001

Penguji 1

Aat Eska Fahmadi, S.Pd., M.Pd

NIP. 198806272019021001

Penguji 2

Reza Yoga Anindita, M.Si.

NIP.198511282019021001

Tanda Tangan



Tanda Tangan



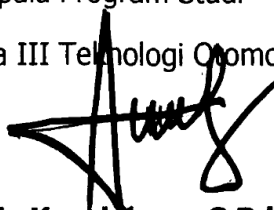
Tanda Tangan



Mengetahui,

Kepala Program Studi

Diploma III Teknologi Otomotif



Moch. Aziz Kurhiawan, S.Pd., MT

NIP. 199210092019021002

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Istiqomah Umma Afifah
Notar : 22031015
Program Studi : D-III Teknologi Otomotif

Menyatakan bahwa Laporan Kertas Kerja Wajib dengan judul "INOVASI DESAIN EXHAUST FAN SEBAGAI UPAYA PENGOPTIMALAN VENTILASI DI GEDUNG PENGUJIAN KENDARAAN BERMOTOR DENGAN APLIKASI SOLIDWORKS" ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang atau lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam laporan ini dan disebutkan sumbernya secara lengkap dalam daftar pustaka. Dengan demikian pernyataan ini saya buat dan saya nyatakan bahwa laporan Kertas Kerja Wajib atau Tugas Akhir ini bebas dari unsur plagiasi. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa kertas kerja wajib saya merupakan hasil plagiasi dari hasil karya penulis lain dan/atau dengan sengaja mengajukan karya yang merupakan hasil karya penulis lain, maka saya bersedia untuk menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum yang berlaku.

Tegal, 06 Agustus 2025

Yang menyatakan,



2B9AJX566407489

Istiqomah Umma Afifah

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah segala puji bagi Allah SWT atas segala limpahan nikmat, rezeki, kesehatan, kekuatan, kemudahan dan kelancaran sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini tepat pada waktunya. Shalawat dan salam senantiasa tercurah kepada bimbingan kita Nabi Muhammad SAW, yang telah menjadi suri tauladan dalam kehidupan. Dengan penuh rasa syukur dan bangga, karya ini penulis persembahkan kepada :

1. Ayahanda tercinta, Ronji Afif yang senantiasa mengusahakan yang terbaik untuk putrinya hingga bisa memperoleh gelar ahli madya. Beliau telah menjadi penuntun bagi saya, memberikan arti kehidupan, dan mengajarkan untuk tidak pernah berputus asa dan terus berjuang hingga saya bisa berada di tahap ini.
2. Bidadariku Ibunda Kusjumiati yang tak henti-hentinya selalu memberikan doa, semangat, nasihat, dan motivasi selama ini. Terimakasih atas semua yang telah diberikan meski terkadang pendapat kita tak sejalan, terimakasih atas kesabaran dan ketabahan hati dalam menyikapi putrimu yang keras kepala ini. Seseorang yang akan selalu menjadi penguat dan tempat ternyaman untuk pulang.
3. Yang terhormat Bapak Aat Eska Fahmadi, M.Pd. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan arahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan baik.
4. Rekan-rekan Prodi TO Angkatan XXXIII terkhusus Taruni TO, terimakasih sudah berjuang bersama hingga menjadi sedekat keluarga. Terimakasih untuk kerja sama selama menjalani pendidikan, terimakasih untuk segala hal-hal baik yang sudah kita lalui bersama-sama di lembaga pendidikan ini.
5. Kepada seseorang yang kehadirannya tak kalah penting, Ghani Ridho Rahmatullah yang telah menjadi bagian perjalanan di hidup penulis. Terimakasih telah menjadi pendengar, penyemangat sekaligus rumah kedua adek. Terimakasih senantiasa mendoakan dan memberikan support selama ini. Terimakasih telah kebersamai adek sampai detik ini.
6. Terakhir, untuk diri saya sendiri, Istiqomah Umma Afifah, atas segala kerja keras dan perjuangan. Terimakasih telah menjadi seseorang yang kuat, tegar, dan pantang menyerah hingga detik ini.

KATA PENGANTAR



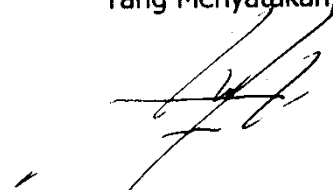
Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Kertas Kerja Wajib dengan judul "INOVASI DESAIN EXHAUST FAN SEBAGAI UPAYA PENGOPTIMALAN VENTILASI DI GEDUNG PENGUJIAN KENDARAAN BERMOTOR DENGAN APLIKASI SOLIDWORKS" sesuai dengan jadwal yang telah ditetapkan oleh Politeknik Keselamatan Transportasi jalan. Kertas Kerja Wajib ini merupakan salah satu syarat guna memperoleh gelar Ahli Madya pada Program Studi Diploma III Teknologi Otomotif Jurusan Pengujian Kendaraan Bermotor di Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan. Penulis menyadari dengan keterbatasan yang dimiliki, tentunya penyusunan tugas akhir ini tidak akan terselesaikan tanpa bantuan, bimbingan, dan arahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu kami sangat berterima kasih kepada yang terhormat:

1. Bapak Bambang Istiyanto, S.SiT., M.T. selaku Direktur Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan (PKTJ);
2. Bapak Moch. Aziz Kurniawan, M.T selaku Ketua Program Studi D III Teknologi Otomotif;
3. Bapak Aat Eska Fahmadi, S.Pd.,M.Pd. selaku Dosen Pembimbing I yang telah bersedia membimbing dan mengarahkan penulis dalam penyusunan Kertas Kerja Wajib ini;
4. Bapak Buang Turasno, A.TD., M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang bersedia untuk membimbing dan mengarahkan penulis dalam penyusunan Kertas Kerja Wajib ini;
5. Seluruh dosen Program Studi Teknologi Otomotif Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan atas ilmu yang telah diajarkan selama pendidikan;
6. Seluruh keluarga tercinta utamanya ayah dan ibu yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan, semangat, motivasi dalam penyelesaian penyusunan tugas akhir ini;
7. Kakak-kakak, adik-adik, serta rekan-rekan taruna/i PKTJ yang selalu memberi semangat, saran, dan motivasi.

Penulis menyadari penyusunan tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Penulis berharap agar Kertas Kerja Wajib ini bermanfaat khususnya bagi penulis sendiri dan umumnya bagi semua pembaca, baik sebagai bahan masukan, bahan perbandingan dan maupun sebagai tambahan ilmu.

Tegal, 06 Agustus 2025

Yang Menyatakan,

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized, overlapping loops and strokes, positioned above the printed name.

Istiqomah Umma Afifah

DAFTAR ISI

KERTAS KERJA WAJIB	i
KERTAS KERJA WAJIB	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
INTISARI	xvi
<i>ABSTRACT</i>.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Rumusan Masalah.....	3
I.3 Tujuan Penelitian	3
I.4 Batasan Masalah.....	4
I.5 Manfaat	4
I.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
II.1 Penelitian Relevan.....	7
II.2 Exhaust Fan	10
II.3 Kipas (Fan)	11
II.4 Parameter Desain	13
II.4.1 Ukuran dan Dimensi.....	13
II.4.2 Kapasitas Aliran Udara.....	14
II.4.3 Tegangan dan Daya	16
II.4.4 Desain Bilah Kipas.....	17
II.5 Teori Aerodinamika dan Aliran Fluida	17
II.6 SolidWorks	21
BAB III METODE PENELITIAN	23

III.1 Tempat Penelitian	23
III.2 Metode Penelitian	23
III.3 Alat Penelitian	24
III.4 Diagram Alir Penelitian	26
III.5 Proses Pembuatan Desain.....	28
III.6 Metode Pengumpulan Data	30
III.7 Teknik Analisa Data	32
III.8 Waktu Penelitian.....	37
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	38
IV.1 Rancangan dan Pengembangan Desain Exhaust Fan.....	43
IV.2 Evaluasi Kinerja Desain Melalui Simulasi Computational Fluid Dynamics (CFD).....	50
IV.2.1 Distribusi Tekanan (<i>Pressure</i>).....	51
IV.2.2 Distribusi Suhu (<i>Temperature</i>).....	55
IV.2.3 Distribusi Turbulensi (<i>Turbulence</i>).....	59
IV.2.4 Distribusi Kecepatan Aliran Udara (<i>Velocity</i>).....	63
IV.3 Faktor-Faktor Desain yang Mempengaruhi Efisiensi Ventilasi.....	67
IV.3.1 Parameter Utama Analisis Hukum Bernoulli	67
IV.3.2 Perhitungan Energi Total Fluida Berdasarkan Hukum Bernoulli	71
IV.3.3 Perhitungan Konsumsi Energi Listrik dan Analisis Efisiensi Sistem Ventilasi.....	75
IV.3.4 Rekomendasi dan Penentuan Desain <i>Exhaust Fan</i> yang Optimal	81
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	83
V.1 Kesimpulan	83
V.2 Saran.....	85
DAFTAR PUSTAKA.....	86
LAMPIRAN	89

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Penelitian Relevan	7
Tabel II. 2 Tabel Air Changes per Hour (ACH)	14
Tabel II. 3 Besaran Kapasitas pada Exhaust Fan	16
Tabel III. 1 Rekapitulasi Efisiensi Aliran Udara dan Konsumsi Energi Listrik Exhaust Fan (30 Inch dan 36 Inch)	35
Tabel III. 2 Waktu Penelitian	37
Tabel IV. 1 Luas Gedung PKB Kota Yogyakarta	39
Tabel IV. 4 Energi Total Fluida Exhaust Fan 30 Inch dan 36 Inch	71
Tabel IV. 5 Konsumsi Energi Listrik Exhaust Fan 30 Inch dan 36 Inch	76
Tabel IV. 6 Rekapitulasi Efisiensi Aliran Udara dan Konsumsi Energi Listrik Exhaust Fan 30 Inch dan 36 Inch	78

DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 Exhaust Fan	11
Gambar II. 2 Jenis-jenis Kipas Axial.....	12
Gambar II. 3 Jenis-jenis Kipas Sentrifugal	13
Gambar II. 4 Aliran Laminar	19
Gambar II. 5 Aliran Turbulen	19
Gambar II. 6 Mekanisme Efek Coanda pada Kipas	21
Gambar III. 1 Lokasi UPTD PKB Yogyakarta	23
Gambar III. 2 Laptop HP 250 G8	24
Gambar III. 3 Mouse Logitech B100	25
Gambar III. 4 Logo Aplikasi SolidWorks.....	25
Gambar III. 5 Diagram Alir Penelitian	26
Gambar III. 6 Flowchart Desain 3D dan Simulasi.....	28
Gambar IV. 1 Tampak Depan Gedung PKB Kota Yogyakarta.....	41
Gambar IV. 2 Tampak Dalam Gedung PKB Kota Yogyakarta	42
Gambar IV. 3 Denah Tata Ruang PKB Kota Yogyakarta.....	42
Gambar IV. 4 Desain Bilah Kipas 30 inch dan Motor Penggerak.....	44
Gambar IV. 5 Desain Bilah Kipas 36 inch dan Motor Penggerak.....	45
Gambar IV. 6 Desain Frame dan Mounting Exhaust Fan 30 inch.....	45
Gambar IV. 7 Desain Frame dan Mounting Exhaust Fan 36 inch.....	46
Gambar IV. 8 Desain Ducting Exhaust Fan 30 inch	46
Gambar IV. 9 Desain Ducting Exhaust Fan 30 inch	47
Gambar IV. 10 Assembly Exhaust Fan 30 inch.....	48
Gambar IV. 11 Assembly Exhaust Fan 36 inch.....	48
Gambar IV. 12 Simulasi Desain Exhaust Fan 30 inch.....	49
Gambar IV. 13 Simulasi Desain Exhaust Fan 36 inch	49
Gambar IV. 14 Distribusi Tekanan Statis Hasil Simulasi CFD pada Exhaust Fan 30 Inch.....	51
Gambar IV. 15 Grafik Konvergensi Average Static Pressure pada Exhaust Fan 30 Inch.....	52
Gambar IV. 16 Distribusi Tekanan Statis Hasil Simulasi CFD pada Exhaust Fan 36 Inch.....	53

Gambar IV. 17 Grafik Konvergensi Average Static Pressure pada Exhaust Fan 36 Inch.....	54
Gambar IV. 18 Distribusi Temperatur Hasil Simulasi CFD pada Exhaust Fan 30 Inch	55
Gambar IV. 19 Grafik Konvergensi Average Temperature (Fluid) pada Exhaust Fan 30 Inch	56
Gambar IV. 20 Distribusi Temperatur Hasil Simulasi CFD pada Exhaust Fan 36 Inch	57
Gambar IV. 21 Grafik Konvergensi Average Temperature (Fluid) pada Exhaust Fan 36 Inch	58
Gambar IV. 22 Distribusi Turbulensi Hasil Simulasi CFD pada Exhaust Fan 30 Inch	59
Gambar IV. 23 Grafik Konvergensi Average Turbulent Energy pada Exhaust Fan 30 Inch.....	60
Gambar IV. 24 Distribusi Turbulensi Hasil Simulasi CFD pada Exhaust Fan 36 Inch	61
Gambar IV. 25 Grafik Konvergensi Average Turbulent Energy pada Exhaust Fan 36 Inch.....	62
Gambar IV. 26 Distribusi Kecepatan Rata-Rata Hasil Simulasi CFD pada Exhaust Fan 30 Inch	63
Gambar IV. 27 Grafik Konvergensi Average Velocity pada Exhaust Fan 30 Inch	64
Gambar IV. 28 Distribusi Kecepatan Rata-Rata Hasil Simulasi CFD pada Exhaust Fan 36 Inch	65
Gambar IV. 29 Grafik Konvergensi Average Velocity pada Exhaust Fan 36 Inch	66
Gambar IV. 30 Grafik Hasil Simulasi CFD Exhaust Fan 30 Inch.....	69
Gambar IV. 31 Grafik Hasil Simulasi CFD Exhaust Fan 36 Inch.....	70
Gambar IV. 32 Grafik Perbandingan Tekanan Statis Exhaust Fan 30 dan 36 Inch	79
Gambar IV. 33 Grafik Perbandingan Velocity Exhaust Fan 30 dan 36 Inch	79
Gambar IV. 34 Grafik Perbandingan Debit Exhaust Fan 30 dan 36 Inch.....	79
Gambar IV. 35 Grafik Perbandingan Energi Total Exhaust Fan 30 dan 36 Inch.....	80

Gambar IV. 36 Grafik Perbandingan Konsumsi Energi Listrik Exhaust Fan 30 dan 36 Inch	80
--	----

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel Goal Plot Simulasi CFD Exhaust Fan 30 Inch.....	90
Lampiran 2. Tabel Goal Plot Simulasi CFD Exhaust Fan 36 Inch.....	91
Lampiran 3. Perhitungan Energi Total Fluida Berdasarkan Hukum Bernoulli	92
Lampiran 4. Perhitungan Konsumsi Energi Listrik Sistem Ventilasi.....	92
Lampiran 5. Perhitungan Kebutuhan Ventilasi UPT PKB Kota Yogyakarta	93
Lampiran 6. Daftar Riwayat Hidup	95

INTISARI

Pengujian emisi kendaraan bermotor berpotensi menyebabkan polusi udara akibat penumpukan gas buang seperti CO dan HC, yang berbahaya bagi kesehatan dan kualitas lingkungan kerja. Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan sistem ventilasi mekanis yang memenuhi standar kesehatan dan efisiensi energi. Penelitian ini merancang dan mengevaluasi dua desain *exhaust fan* berukuran 30 *inch* dan 36 *inch* untuk mengoptimalkan ventilasi di gedung pengujian kendaraan bermotor.

Metode yang digunakan adalah pendekatan *Research and Development* (R&D) dengan pemodelan numerik melalui simulasi *Computational Fluid Dynamics* (CFD) menggunakan perangkat lunak *SolidWorks Flow Simulation*. Analisis performa mencakup distribusi tekanan statis, suhu, turbulensi, kecepatan aliran udara, laju aliran volumetrik, dan konsumsi energi listrik di empat titik pengukuran utama.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa desain *exhaust fan* 30 *inch* menghasilkan debit udara sebesar 0,31 m³/s (657 CFM) dengan konsumsi energi sebesar 31,42 kWh, unggul dalam hal efisiensi energi dan stabilitas aliran. Sementara itu, desain *exhaust fan* 36 *inch* dapat menghasilkan debit udara sebesar 2,02 m³/s (4.278 CFM) dengan konsumsi energi sebesar 204,7 kWh, unggul dalam kapasitas dan kecepatan udara di *outlet*. Distribusi tekanan dan suhu pada kedua desain berada dalam batas aman sesuai dengan standar ASHRAE (*American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers*). Berdasarkan performa aliran udara, desain *exhaust fan* berdiameter 36 *inch* lebih direkomendasikan untuk ruang dengan kebutuhan ventilasi tinggi. UPT PKB Kota Yogyakarta disarankan untuk menggunakan 6–8 unit *exhaust fan* berdiameter 36 *inch* secara paralel untuk memenuhi standar sirkulasi udara, pengendalian polutan, serta efisiensi operasional melalui distribusi beban antar unit.

Kata kunci: Pengujian Kendaraan Bermotor, Emisi Gas Buang, *Exhaust Fan*, *SolidWorks*, CFD, Efisiensi Energi.

ABSTRACT

Motor vehicle emissions testing has the potential to cause air pollution due to the accumulation of exhaust gases such as CO and HC, which are harmful to health and the quality of the working environment. To address this issue, a mechanical ventilation system that meets health and energy efficiency standards is required. This study designs and evaluates two exhaust fan designs, 30 inches and 36 inches in size, to optimize ventilation in motor vehicle testing buildings.

The method used is a Research and Development (R&D) approach with numerical modeling through Computational Fluid Dynamics (CFD) simulation using SolidWorks Flow Simulation software. Performance analysis includes the distribution of static pressure, temperature, turbulence, airflow velocity, volumetric flow rate, and electrical energy consumption at four main measurement points.

The simulation results show that the 30-inch exhaust fan design produces an air flow rate of 0.31 m³/s (657 CFM) with energy consumption of 31.42 kWh, excelling in terms of energy efficiency and flow stability. Meanwhile, the 36-inch exhaust fan design can produce an airflow rate of 2.02 m³/s (4,278 CFM) with an energy consumption of 204.7 kWh, excelling in capacity and airspeed at the outlet. The pressure and temperature distribution in both designs are within safe limits according to ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers) standards. Based on flow performance, the 36-inch exhaust fan design is more recommended for spaces with high ventilation requirements. The UPT PKB City of Yogyakarta is advised to use 6–8 units of 36-inch exhaust fans in parallel to meet air circulation standards, pollutant control, and operational efficiency through load distribution among units.

Keywords: Motor Vehicle Testing, Exhaust Emissions, Exhaust Fan, SolidWorks, CFD, Energy Efficiency.