

**RANCANG BANGUN *ELECTROSTATIC SPRAY GUN*
UNTUK PENGECATAN *POWDER COATING* MENGGUNAKAN
METODE VDI 2221**



UNIVERSITAS
MERCU BUANA
GALIH PANJI SAPUTRO
41321120063

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCUBUANA
JAKARTA 2025**

LAPORAN TUGAS AKHIR

RANCANG BANGUN *ELECTROSTATIC SPRAY GUN* UNTUK PENGECATAN POWDER COATING MENGGUNAKAN METODE VDI 2221



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Disusun Oleh

Nama : Galih Panji Saputro

NIM : 41321120063

Program Studi : Teknik Mesin

**DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)
JULI 2025**

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir ini diajukan oleh

Nama : Galih Panji Saputro

NIM : 41321120063

Program Studi : Teknik Mesin

Judul Tugas Akhir : Rancang bangun *Electrostatic Spray Gun* untuk pengecatan
Powder Coating menggunakan metode VDI 2221

Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata I (Satu) pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh:

Pembimbing : Wiwit Suprihatiningsih, S.Si, M.Si

NIDN : 0307078004

Penguji 1 : Nurato, Ir. ST, MT, Ph. D

NIDN : 0313047302

Penguji 2 : Hadi Pranoto, Ir. ST., MT, Ph. D

NIDN : 0302077304

Jakarta, 31 Juli 2025

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



(Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, MT.)

NIDN. 0307037202

Ketua Program Studi



(Dr. Eng. Imam Hidayat, ST., MT.)

NIDN. 0005087502

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Galih Panji Saputro

NIM : 41321120063

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

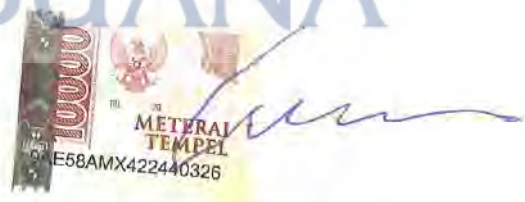
Judul Skripsi : RANCANG BANGUN *ELECTROSTATIC SPRAY GUN*
UNTUK PENGECATAN *POWDER COATING*
MENGUNAKAN METODE VDI 2221

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak ada paksaan.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 31 Juli 2025



Galih Panji Saputro

PENGHARGAAN

Segala puji bagi Allah SWT Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmatnya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini dengan judul “**RANCANG BANGUN ELECTROSTATIC SPRAY GUN UNTUK PENGECATAN POWDER COATING MENGGUNAKAN METODE VDI 2221**”. Laporan ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan Tugas Akhir bagi Mahasiswa dari Jurusan Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.

Penyusunan laporan ini tidak lepas dari bimbingan, bantuan dan dukungan yang sangat berarti dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis ingin berterima kasih pada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan laporan ini terutama kepada:

1. Prof. Dr. Andi Adriansyah, M.Eng selaku Dekan fakultas teknik Universitas Mercubuana.
2. Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, MT. selaku Dekan fakultas teknik Universitas Mercubuana.
3. Dr. Eng. Imam Hidayat, MT. selaku ketua progam studi teknik Universitas Mercubuana.
4. Ir. Nurato, S.T, M.T, Ph.D Selaku sekertaris program studi teknik mesin Universitas Mercubuana
5. Gilang Awa Yudhistira S.T M.T Selaku sekertaris program studi teknik mesin Universitas Mercubuana
6. Wiwit Suprihatiningsih, S.Si, M.Si. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan saran, waktu, bimbingan, semangat, pengetahuan dan nasihat yang bermanfaat demi terlaksananya proposal tugas akhir ini.
7. Para dosen di Fakultas Teknik Universitas Mercubuana yang dengan dedikasinya dan keikhlasannya mencurahkan segala yang dimilikinya untuk diberikan kepada kami.
8. Para staff administrasi Fakultas Teknik Universitas Mercubuana yang dengan penuh kesabaran bersedia membantu segala urusan administrasi selama penulis kuliah;
9. Narto & Taryunah, Amd.Kep selaku orang tua penulis yang telah memberikan semangat, doa dan dukungan moral dan material yang tiada henti-hentinya kepada

penulis serta memberikan banyak inspirasi dalam menyelesaikan proposal skripsi ini.

10. Seluruh teman-teman program studi Teknik Mesin yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari sebagai manusia biasa bahwa penelitian ini tidak lepas dari kesalahan dan kekurangan akibat keterbatasan pengetahuan serta pengalaman. Oleh karena itu, penulis mengharapkan segala bentuk saran serta masukan yang membangun dari berbagai pihak. Selain itu dengan segala ketulusan dan kerendahan hati, penulis memohon maaf apabila terdapat kesalahan dalam laporan tugas akhir ini. Akhir kata semoga laporan ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis dan umumnya bagi mahasiswa mesin.



Jakarta, 31 Juli 2025

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Galih Panji Saputro'. The signature is fluid and cursive, with a long horizontal stroke extending to the right.

Galih Panji Saputro

U N I V E R S I T A S
M E R C U B U A N A

ABSTRAK

Electrostatic spray gun merupakan salah satu alat yang digunakan dalam metode pelapisan *Powder Coating* berfungsi sebagai media yang merekatkan cat bubuk ke object yang terbuat dari logam dengan memanfaatkan medan *electrostatic* untuk menempelkan bubuk cat tersebut. Namun *Electrostatic spray gun* ini kebanyakan digunakan hanya untuk skala industri, harganya mahal dan ukurannya besar yang menyebabkan alat ini membutuhkan ruang yang besar dalam penyimpanannya. Oleh karena itu penulis bertujuan merancang bangun *Electrostatic spray gun* dengan ukuran yang lebih kecil dan harganya lebih murah. Pada penelitian ini digunakan metode VDI2221 yang memiliki pendekatan bertahap dan terstruktur untuk menghasilkan solusi teknik, mulai dari analisis kebutuhan sampai ke pengembangan desain akhir alat. Dari penelitian ini didapatkan hasil analisa tebal material 10mm dan material akrilik didapatkan tegangan von mises maksimum sebesar 2,5541Mpa dengan beban yang diberikan 45,78kg yang terjadi pada titik yang ditentukan, deformasi elastis sebesar 2,53mm dan Safety Factor 3.0 dengan minimal factor of safety 1,5. sehingga alat dapat digunakan sesuai dengan analisis. dan dari penelitian ini menghasilkan alat yang ukurannya lebih kecil, harga pembuatan alat lebih murah, dan juga mendapatkan alat dengan hasil kekuatan tegangan statik dari penampung cat sebagai penopang keseluruhan alat dan bubuk cat yang aman digunakan.

Kata kunci: *Electrostatic spray gun*, *Powder coating*, VDI2221, tegangan statik



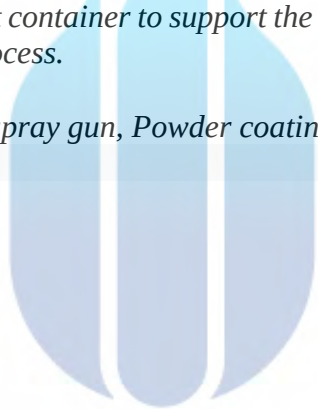
UNIVERSITAS
MERCU BUANA

**DESIGN AND DEVELOPMENT OF ELECTROSTATIC SPRAY GUN FOR
POWDER COATING USING THE VDI 2221 METHODOLOGY**

ABSTRACT

The electrostatic spray gun is a device used in the powder coating process to adhere powder paint to metal objects by utilizing an electrostatic field. Conventional electrostatic spray guns are typically designed for industrial use, making them large, expensive, and requiring significant storage space. This research aims to design and develop a more compact and cost-effective electrostatic spray gun. The development process applied the VDI 2221 methodology, which provides a systematic and structured approach from requirements analysis to the final design stage. The analysis results show that with a 10 mm thick acrylic material, the maximum von Mises stress reached 2.5541 MPa under a load of 45.78 kg at the specified point, with an elastic deformation of 2.53 mm and a safety factor of 3.0 (above the minimum required 1.5). These results confirm that the tool can operate safely under the given conditions. The final design produces a smaller, more affordable electrostatic spray gun with sufficient static strength in the paint container to support the entire device and ensure safe usage of the powder coating process.

Keywords: Electrostatic spray gun, Powder coating, VDI2221, Static stress



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	2
1.3 TUJUAN	2
1.4 MANFAAT	3
1.5 RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH PENELITIAN	3
1.6 SISTEMATIKA PENULISAN	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 POWDER COATING	5
2.2 ELECTROSTATIC SPRAY GUN	5
2.3 PENELITIAN TERDAHULU	6
2.3 KOMPONEN DALAM RANCANG BANGUN	9
2.3.1 <i>Spray Gun</i>	9
2.3.2 Tabung	9
2.3.3 <i>Faucet Elbow 90 (AW)</i>	10
2.3.4 <i>Valve socket (AW)</i>	10
2.3.5 Pipa PVC (AW)	10
2.3.6 <i>Elbow 90</i>	11
2.3.7 <i>Negative Ion Generator</i>	11

2.3.8 Kabel	12
2.3.9 <i>Crocodile Clip</i>	13
2.4 PROSES DALAM RANCANG BANGUN	13
2.4.1 <i>Autodesk Inventor</i>	14
2.4.2 Perhitunagn matematis	14
2.4.3 <i>SolidWorks</i>	15
2.4.4 Pengeboran / <i>Drilling</i>	15
2.4.5 Pemotongan	16
2.4.6 Perakitan	16
2.4.7 Pengeleman	17
2.5 METODE VDI 2221	17
2.5.1 Tahapan Metode VDI 2221	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	19
3.1 TAHAPAN PERANCANGAN DAN PEMBUATAN	19
3.2 STUDI LITERATUR	20
3.3 PERANCANGAN	20
3.4 PEMILIHAN BAHAN DAN MATERIAL	20
3.5 PEMBUATAN ALAT	21
3.6 MEMBUAT KESIMPULAN DAN SARAN	21
3.7 PENULISAN LAPORAN	21
3.8 VDI2221	22
3.8.1. Langkah Kerja VDI 2221	23
3.8.2 Hipotesis Deskriptif	24
3.8.3 ABSTRAKSI	26
3.9 PEMILIHAN BENTUK ALAT	28
3.10 STRUKTUR FUNGSI	28
3.10.1 Fungsi Keseluruhan	28
3.10.2 Fungsi Komponen Utama	29
3.11 ALAT DAN BAHAN	38
3.11.1. ALAT	38
3.11.2. Bahan	39
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	47

4.1.	VARIAN KOMBINASI TERBAIK	47
4.1.1.	Varian I	47
4.1.2.	Varian II	47
4.3.	VARIAN TERBAIK	48
4.4.	HASIL EVALUASI VARIAN	48
4.5.	PERANCANGAN WUJUD	50
4.5.1.	Bentuk Elemen Suatu Produk	50
4.5.2.	Hasil <i>Stess Analysis</i>	50
4.6.	PERANCANGAN DETAIL	54
4.6.1	Gambar Teknik	55
BAB V	PENUTUP	56
5.1.	KESIMPULAN	56
5.2.	SARAN	56
DAFTAR PUSTAKA		58



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Air Gun	9
Gambar 2. 2 Dimensi Faucet Elbow (AW)	10
Gambar 2. 3 Dimensi valve socket (AW)	10
Gambar 2. 4 Pipa PVC (AW)	11
Gambar 2. 5 Dimensi Elbow 90 Plain Galvanis	11
Gambar 2. 6 Negative Ion Generator	12
Gambar 2. 7 Kabel	13
Gambar 2. 8 Crocodile Clip	13
Gambar 2. 9 Mesin Bor Tangan	16
Gambar 3. 1 Diagram Alir Rancang Bangun Electrostatic Spray Gun	19
Gambar 3. 2 Diagram Alir VDI 2221	22
Gambar 3. 3 Gambar Struktur Fungsi	29
Gambar 3. 4 Skema Fungsi Air Gun	29
Gambar 3. 5 Skema Fungsi Penampung Cat	30
Gambar 3. 6 Skema Fungsi Blower Pipe	30
Gambar 3. 7 Skema Fungsi Nozzle	30
Gambar 3. 8 Skema Negative Ion Generator	31
Gambar 3. 9 Skema Kabel Grounding	31
Gambar 3. 10 Skema Lem	31
Gambar 3. 11 Skema Power Supply	32
Gambar 3. 12 Skema Grounding Connector	32
Gambar 3. 13 Skema Konektor	33
Gambar 3. 14 Skema Tutup	33
Gambar 3. 15 Lem Silikon	42
Gambar 3. 16 Akrilik	43
Gambar 3. 17 Power Supply SMPS PSU	45
Gambar 4. 1 Hasil design Electro static spray gun – Varian 1	47
Gambar 4. 2 Hasil design Electro static spray gun – Varian II	48
Gambar 4. 3 Petunjuk dan Arah Pengujian Statik pada Kotak Cat	51
Gambar 4. 4 Dimensi Kotak Cat pada Simulasi	51
Gambar 4. 5 Hasil Tegangan Von Misses dengan Beban Maksimal	52

Gambar 4. 6 Hasil Faktor Of Safety	52
Gambar 4. 7 Hasil Von Misses dengan Beban Aktual	53
Gambar 4. 8 Hasil Perancangan Detail Komponen	54
Gambar 4. 9 Gambar Kerja Electro Static Spray Gun	55



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Daftar penelitian terdahulu	7
Tabel 3.1 Daftar Pengecekan Untuk Pedoman Spesifikasi	25
Tabel 3.2 Daftar Pengecekan Untuk Pedoman Spesifikasi	27
Tabel 3.3 Daftar Pengecekan Untuk Pedoman Spesifikasi	34
Tabel 3.4 Daftar Pengecekan Untuk Pedoman Spesifikasi	35
Tabel 3.5. Daftar Pengecekan Untuk Pedoman Spesifikasi	37
Tabel 3.6. Daftar Alat	38
Tabel 3.7 <i>Spray gun</i> JDSG-1	39
Tabel 3.8 Spesifikasi <i>faucet elbow</i> (AW)	39
Tabel 3.9 Spesifikasi ukuran pipa PVC (AW)	40
Tabel 3.10 Spesifikasi ukuran <i>Elbow 90 plain</i> galvanis	41
Tabel 3.11 Spesifikasi <i>faucet elbow</i> (AW)	41
Tabel 3.12 Spesifikasi Akrilik	43
Tabel 3.13 Electrodepot 12 V DC Negative Ion Generator Module	44
Tabel 3.14 Spesifikasi <i>Power Supply</i> SMPS PSU	44
Tabel 3.15 Single Core PVC Insulated 1.5mm Stranded Copper Wire	45
Tabel 4.1 Penilaian Kriteria Varian I	49
Tabel 4.2 Penilaian Kriteria Varian II	50
Tabel 4.3 Rekap Pemilihan Varian	50
Tabel 4.4 Nilai <i>Stress Analysis</i> penampang cat	54