PERANCANGAN SISTEM *PNEUMATIC CONVEYOR* UNTUK PENYALURAN *GRANULATED POWDER* *REJECT RECYCLE* DI PT X

TUGAS AKHIR

SKRIPSI

HABIBILLAH

41323120003

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA JAKARTA

2026

lib.mercubuana.ac.id

PERANCANGAN SISTEM *PNEUMATIC CONVEYOR* UNTUK PENYALURAN *GRANULATED POWDER* *REJECT RECYCLE* DI PT X

TUGAS AKHIR

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana

HABIBILLAH

NIM: 41323120003

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA JAKARTA

2026

lib.mercubuana.ac.id

HALAMAN PENYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	:	Habibillah
NIM	:	41323120003
Fakultas/Program Studi	:	Teknik/Teknik Mesin

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa Tugas Akhir berjudul:

"Perancangan Sistem *Pneumatic Conveyor* Untuk Penyaluran *Granulated Powder Reject Recycle* Di PT X"
adalah hasil karya saya sendiri, tidak mengandung unsur plagiarisme, pelanggaran hak cipta, atau konten ilegal dalam bentuk apapun dan tidak melanggar hukum atau hak pihak manapun.

Apabila di kemudian hari ditemukan pelanggaran terhadap pernyataan ini, saya bersedia menanggung seluruh konsekuensi hukum dan membebaskan Universitas Mercu Buana dari segala bentuk tuntutan hukum dan saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya untuk digunakan sebagaimana mestinya.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 30 Januari, 2026



Habibillah
41323120003

lib.mercubuana.ac.id

SURAT KETERANGAN HASIL *SIMILARITY*

Menerangkan bahwa Karya Ilmiah/Laporan Tugas Akhir/Skripsi pada BAB I,, BAB III, BAB IV dan BAB V atas nama:

Nama	:	**Habibillah**
NIM	:	**41323120003**
Program Studi	:	**Teknik Mesin**
Judul Tugas Akhir / Tesis / Praktek Keinsinyuran	:	**Perancangan Sistem Pneumatic Conveyor Untuk Penyaluran Granulated Powder Reject Recycle Di Pt X**

Telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada **Selasa, 24 Februari 2026** dengan hasil presentase sebesar **9 %** dan dinyatakan memenuhi standar sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
Demikian surat keterangan ini dibuat dan digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 24 Februari 2026
Administrator Turnitin,

Itmam Haidi Syarif

UNIVERSITAS MERCU BUANA

lib.mercubuana.ac.id

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama	: Habibillah
NIM	41323120003
Fakultas/Program Studi	: Teknik/Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir	: Perancangan Sistem *Pneumatic Conveyor* Untuk Penyaluran *Granulated Powder Reject Recycle* Di PT X

Telah berhasil dipertahankan pada sidang tanggal 30 Januari 2026 dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh:

Pembimbing

Henry Carles, S.T., M.T.

NIDN/NUPTK: 0301087304

UNIVERSITAS MERCU BUANA

Jakarta, 21 Februari 2026

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik	Ketua Program Studi Teknik Mesin
Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T	Dr. Eng. Imam Hidayah, S.T., M.T.
NIDN/NUPTK : 0307037002	NIDN/NUPTK : 005087502

lib.mercubuana.ac.id

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan Laporan Skripsi ini. Penulisan Laporan Skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Mesin pada Fakultas Teknik/ Program Sarjana Universitas Mercu Buana. Saya menyadari bahwa, dengan bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, saya bisa menyelesaikan Laporan Skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Andi Adriansyah, M. Eng., selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
2. Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik/ Direktur Program Sarjana Universitas Mercu Buana.
3. Dr. Eng. A Imam Hidayah, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
4. Henry Carles, S.T., M.T., sebagai dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan arahan dalam penelitian.
5. Haris Wahyudi, S.T., M.Sc., selaku Dosen Penguji atas koreksi dan arahan serta masukannya.
6. Fajar Anggara, ST, M.Eng., selaku Dosen Penguji atas koreksi dan arahan serta masukannya.
7. Kepala Departemen, Supervisor, serta Mekanik yang telah mengijinkan untuk proses pengambilan data skripsi.
8. Bapak Dasrizal dan Ibu Magdalena Alwi selaku orang tua saya, Yulia Ryan Zikrillah, Fadhillah Ryan Oktriviana selaku kakak-kakak saya yang telah memberi semangat dan doa selama menjalani perkuliahan di Universitas Mercu Buana.
9. Kepada Selvina Putri Sundari yang sedari awal sudah membantu dan memberi support baik dalam bentuk dukungan emosional ataupun membantu secara langsung, terima kasih.

lib.mercubuana.ac.id

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

Jakarta, 30 Januari 2026

Habibillah

Peneliti

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

lib.mercubuana.ac.id

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR DI REPOSITORI UMB

Sebagai sivitas akademik Universitas Mercu Buana, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	: Habibillah
NIM	: 41323120003
Fakultas/Program Studi	: Teknik/Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir	: Perancangan Sistem *Pneumatic Conveyor* Untuk Penyaluran *Granulated Powder Reject Recycle* Di PT X

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, dengan ini memberikan izin dan menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Mercu Buana **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif** (***Non-exclusive Royalty-Free Right***) atas karya ilmiah saya yang berjudul di atas beserta perangkat yang ada (jika diperlukan).

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Universitas Mercu Buana berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 30 Januari 2026

Yang menyatakan,



Habibillah

UNIVERSITAS MERCU BUANA

lib.mercubuana.ac.id

ABSTRAK

Nama : Habibillah
NIM 41323120003
Program Studi : Teknik Mesin

Judul Tugas Akhir : Perancangan Sistem *Pneumatic Conveyor* untuk Penyaluran *Granulated Powder Reject Recycle* di PT X
Pembimbing : Henry Carles, S.T., M.T.

Penanganan material merupakan faktor penting dalam industri manufaktur baterai alkaline karena berpengaruh terhadap efisiensi proses produksi, keselamatan kerja, serta kebersihan lingkungan kerja. Salah satu material yang memerlukan metode penanganan khusus adalah *granulated powder* yang tersusun dari campuran *Electrolytic Manganese Dioxide* (MnO_2) dan grafit. Material ini memiliki fraksi partikel halus yang mudah terdispersi di udara dan berpotensi menimbulkan debu selama proses pemindahan. Di PT X, proses penyaluran *granulated powder reject recycle* masih dilakukan secara manual dengan menggunakan kontainer terbuka. Kondisi tersebut menimbulkan berbagai permasalahan, antara lain paparan debu, potensi kehilangan material akibat tumpahan, tingginya kebutuhan tenaga kerja, serta waktu pemindahan yang kurang efisien. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem *pneumatic conveyor* sebagai alternatif solusi penyaluran *granulated powder reject recycle* yang lebih efektif, bersih, dan aman. Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian rekayasa (*engineering research*) dengan pendekatan *Research and Development (R&D)* yang berfokus pada proses perancangan dan pengembangan sistem. Metode penelitian meliputi studi literatur, observasi lapangan, perancangan teknis, serta analisis perhitungan kebutuhan aliran udara, *pressure drop*, dan daya motor penggerak. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem *pneumatic conveyor* dengan mode aliran *dilute phase* serta pemisahan material menggunakan *cyclone* sesuai dengan karakteristik *granulated reject* yang memiliki ukuran partikel 420–1000 µm. Rancangan sistem ini diharapkan mampu meningkatkan efisiensi penanganan material, menurunkan tingkat paparan debu, serta mendukung terciptanya lingkungan kerja yang lebih aman dan bersih di PT X.

Kata kunci: sistem *pneumatic conveyor*, *granulated powder*, baterai alkaline, *recycle* material, perancangan mesin.

lib.mercubuana.ac.id

ABSTRACT

Name : Habibillah
Student ID 41323120003
Study Program : *Mechanical Engineering*
Thesis Title : *Design of A Pneumatic Conveying System for Recycled Granulated Powder Reject Handling at PT X*
Supervisor : *Henry Carles, S.T., M.T.*

Material handling is a key factor in alkaline battery manufacturing industries because it directly affects production efficiency, occupational safety, and workplace cleanliness. One material that requires special handling is granulated powder composed of Electrolytic Manganese Dioxide (MnO_2) and Graphite. This material contains fine particles that can easily become airborne and generate dust during transfer. At PT X, the transfer of recycled granulated powder reject is still carried out manually using open containers, resulting in dust exposure, material loss due to spillage, high labor demand, and inefficient transfer time. This study aims to design a pneumatic conveyor system as an alternative solution for a more efficient, cleaner, and safer transfer of recycled granulated powder reject. The research adopts an engineering research approach with a Research and Development (R&D) method focused on system design and development. The methodology includes a literature review, field observations, engineering design, and analytical calculations of airflow requirements, pressure drop, and motor power. The results indicate that a dilute-phase pneumatic conveying system combined with cyclone separation is suitable for granular materials with particle sizes ranging from 420 to 1000 µm. The proposed system is expected to improve material handling efficiency, reduce dust exposure, and enhance workplace safety and cleanliness at PT X.

***Keywords**: pneumatic conveyor, granulated powder, alkaline battery, material recycling, machine design.*

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

lib.mercubuana.ac.id

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL **0**
HALAMAN JUDUL ..... **i**
HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI ..... **ii**
HALAMAN SURAT KETERANGAN HASIL UJI TURNITIN ..... **iii**
HALAMAN PENGESAHAN ..... **iv**
KATA PENGANTAR ..... **v**
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR DI REPOSITORI UMB ..... **vii**
ABSTRAK ..... **viii**
ABSTRACT ..... **ix**
DAFTAR ISI ..... **x**
DAFTAR TABEL ..... **xiv**
DAFTAR GAMBAR ..... **xv**
DAFTAR LAMPIRAN ..... **xvi**
DAFTAR SINGKATAN ..... **xvii**
BAB 1 PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 4
1.3 Tujuan Penelitian 4
1.4 Manfaat Penelitian 4
1.5 Batasan Masalah 5
1.6 Sistematika Penulisan 5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA **7**
2.1 Granulated powder EMD 7
2.2 *Granulated reject* 14
2.2.1 Definisi Granulated reject 14
2.2.2 Sumber Pembentukan Granulated reject 16
2.2.3 Karakteristik Fisik *Granulated reject* 16
2.2.4 Perlakuan *Recycle* Granul 17

lib.mercubuana.ac.id

2.2.1 Permasalahan Penanganan Granul 17
2.3 *Pneumatik conveyor* 18
2.3.1 Pengertian Pneumatik conveyor 18
2.3.2 Mode Aliran Material pada *Pneumatic conveyor* 18
2.3.3 Sistem Aliran 20
2.3.4 Komponen pada Pneumatik conveyor 24
2.4 *Cyclone* 30
2.4.1. Deskripsi *Cyclone* 30
2.4.2. Hubungan Ukuran Partikel terhadap Efisiensi *Cyclone* 32
2.5 Dust Collector Pada Sistem *Pneumatic conveyor* 34
2.6 Pemilihan Material Pipa 35
2.7 Perancangan 37
2.7.1. Pengertian Perancangan 37
2.7.2. Tujuan Perancangan 37
2.7.3. Tahapan Perancangan 38
2.7.4. Dasar Perancangan 38
2.7.5. Perhitungan Dalam Perancangan 40
2.8 Penelitian Terdahulu 48
BAB 3 METODE PENELITIAN 50
3.1 Diagram Alir Penelitian 50
3.2 Alat Dan Bahan 53
3.2.1. Alat Utama Sistem *Pneumatic conveyor* 53
3.2.2. Alat Bantu Perancangan 54
3.2.3. Bahan 55
3.3 Metodologi Penelitian 56
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN 59
4.1 Konsep Sistem *Pneumatic conveyor* yang Dirancang 59
4.2 Data Awal Perancangan 59
4.2.1 Data Material 59
4.2.2 Data Kondisi Operasional Sistem 60
4.2.3 Asumsi Awal Perancangan 61
4.3 Analisis Pemilihan Mode Aliran dan Sistem Tekanan 61

lib.mercubuana.ac.id

4.3.1 Dasar Analisis Pemilihan Mode Aliran 61
4.3.2 Analisis Pemilihan Mode Aliran Material 61
4.3.3 Pemilihan Mode Aliran 62
4.3.4 Analisis Pemilihan Sistem Tekanan 62
4.3.5 Pemilihan Sistem Tekanan 63
4.3.6 Kesimpulan Analisis Pemilihan Sistem 63
4.4 Penentuan Kecepatan Udara Operasi 63
4.5 Diameter Pipa 64
4.6 Debit Udara 66
4.7 Penentuan Panjang Pipa dan Panjang Ekuivalen 67
4.8 Perhitungan *Pressure drop* Sistem *Pneumatic conveyor* 68
4.9 *Pressure drop* Akibat Akselerasi Dari Material Dari Keadaan Diam Ke Keadaan Bergerak Dalam Saluran Pipa 70
4.10 *Pressure drop* Akibat Gesekan Antara material yang Dipindahkan dan Dinding Pipa 70
4.11 Pressure drop Akibat Udara yang Bergerak ke Atas pada Pipa Vertical 70
4.12 *Pressure drop* Akibat Material yang Bergerak ke Atas pada Pipa Vertical 71
4.13 Pemilihan Blower dan Motor Penggerak 71
4.13.1 Penentuan Tekanan Kerja Blower 71
4.13.2 Penentuan Daya Blower (Dasar Pemilihan Motor) 72
4.13.3 Spesifikasi Blower dan Motor 73
4.13.4 Pemilihan Rotary Valve 73
4.14 *Cyclone* 74
4.14.1 Pemilihan Tipe Cyclone 74
4.14.2 Dasar Penentuan Dimensi *Cyclone* 74
4.14.3 Dimensi Akhir *Cyclone* Separator 75
4.15 Gambar Kerja 76
4.16 Hasil Simulasi 78
4.17 Analisis Efisiensi Cyclone Separator Berdasarkan SolidWorks Flow Simulation 83
4.17.1 Analisis Efisiensi Pemisahan 84

UNIVERSITAS MERCU BUANA
lib.mercubuana.ac.id

4.18 Analisis Resiko Menggunakan FMEA.....85
4.19 Hasil Analisis FMEA 86
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....88
5.1. Kesimpulan.....88
5.2. Saran.....89
DAFTAR PUSTAKA 90
LAMPIRAN..... 92

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

lib.mercubuana.ac.id

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Hubungan Ukuran Mesh, Ukuran Partikel, dan Implikasi terhadap Cyclon 15

Tabel 2.2 Perbandingan Material Pipa terhadap Ketahanan Abrasi pada Sistem Pneumatic conveyor 36

Tabel 2.3 Distribusi Tingkat Abrasi pada Komponen Sistem Pneumatic conveyor 36

Tabel 2.4 Penelitian yang relevan 48

Tabel 3.1 Data Rencana Alat Sistem Pneumatic conveyor 53

Tabel 3.2 Alat Perancangan dan Analisis 54

Tabel 3.3 Sifat Fisik Material Granulated powder EMD 55

Tabel 4.1 Karakteristik Material Granulated powder Reject 60

Tabel 4.2 Kondisi Operasional Sistem 60

Tabel 4.3 Perbandingan Diameter Pipa terhadap Pressure drop Relatif 66

Tabel 4.4 Spesifikasi Blower dan Motor 73

Tabel 4.5 Dimensi Cyclone Separator (Standar Stairmand) 75

Tabel 4.6 Hasil analisis FMEA pada sistem *pneumatic conveyor* yang dirancang ... 86

lib.mercubuana.ac.id

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Kondisi aktual penanganan *granulated powder reject recycle*..... 2
Gambar 2.1 Electrolytic Manganese Dioxide (emd).....8
Gambar 2.2 Graphite 11
Gambar 2.3 Dilute phase..... 19
Gambar 2.4 Dense Phase..... 20
Gambar 2.5 Sistem Tekanan Positif *Pneumatik conveyor* 21
Gambar 2.6 Sistem Tekanan Negatif Pneumatik conveyor..... 22
Gambar 2.7 Sistem Kombinasi Negatif- Positif Pneumatik conveyor 23
Gambar 2.8 Sistem *Dual* Vaccum *Pneumatik conveyor* 24
Gambar 2.9 Skematik Pneumatik conveyor..... 24
Gambar 2.10 Forward Curved Blade..... 25
Gambar 2.11 Backward Curved Blade..... 26
Gambar 2.12 Radial Blade 26
Gambar 2.13 Vane Blower..... 27
Gambar 2.14 Cyclone..... 30
Gambar 2.15 Komponen Cyclone..... 31
Gambar 2.16 Hubungan antara Partikel Size dan Efisiensi..... 32
Gambar 3.1 Diagram Alir.....50
Gambar 4.1 Tampak detail (a), tampak isometri (b) 76
Gambar 4.2 Tampak Isometri.....77
Gambar 4.3 Gambar detail hopper, blower, rotary valve (a), cyclone (b)..... 77
Gambar 4.4 Tampak depan dan samping..... 78
Gambar 4.5 Tekanan pada Pipa..... 79
Gambar 4.6 Tekanan pada Cyclone 80
Gambar 4.7 Distribusi Kecepatan Aliran pada Pipa..... 81
Gambar 4.8 Pola aliran udara di dalam cyclone (flow trajectories) 82
Gambar 4.9 Distribusi kecepatan aliran udara di dalam cyclone 83

UNIVERSITAS MERCU BUANA

lib.mercubuana.ac.id

DAFTAR LAMPIRAN

Gambar Keseluruhan.....92
Gambar Detail Hopper dan Cyclon.....94

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

lib.mercubuana.ac.id

DAFTAR SINGKATAN

EMD	*Electrolytic Manganese Dioxide*
RAM	*Rechargeable Alkaline Manganese*
OER	*Oxygen Evolution Reaction*
ORR	*Oxygen Reduction Reaction*
CMH	*Cubic Meter per Hour*
IEC	*International Electrotechnical Commission*
NEMA	*National Electric Manufacturers Association*
CAD	*Computer-Aided Design*

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

lib.mercubuana.ac.id