

**RANCANG BANGUN *HOPPER DOUBLE SCREW CONVEYOR* UNTUK
SISTEM PENAMPUNGAN DAN PACKAGING PADA INDUSTRI ES
KRISTAL**



UNIVERSITAS
MERCU BUANA
IMAM SUBHI
NIM: 41321120018

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA 2025

LAPORAN TUGAS AKHIR

RANCANG BANGUN *HOPPER DOUBLE SCREW CONVEYOR* UNTUK SISTEM
PENAMPUNGAN DAN PACKAGING PADA INDUSTRI ES KRISTAL



Disusun Oleh:

Nama : Imam Subhi
NIM : 41321120018
Program Studi : Teknik Mesin

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

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Skripsi ini diajukan oleh:

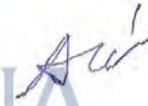
Nama : Imam Subhi
NIM : 41321120018
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Laporan Skripsi : RANCANG BANGUN *HOPPER DOUBLE SCREW CONVEYOR* UNTUK SISTEM PENAMPUNGAN DAN PACKAGING PADA INDUSTRI ES KRISTAL

Telah berhasil di pertahankan pada siding di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratanyang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1 pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh:

Pembimbing : Nurato, S.T., M.T., Ph.D ()
NIDN : 0313047302

Penguji 1 : Dafit Feriyanto, S.T., M.Eng., Ph.D ()
NIDN : 0310029004

Penguji 2 : R Ariosuko Dharmajati, S.T., M.T ()
NIDN : 0327036601

Jakarta, 22 Agustus 2025

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T

NIDN : 0307037202

Ketua Program Studi



Dr. Eng. Imam Hidayat, S.T., M.T.

NIDN : 0005087502

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Imam Subhi

NIM : 41321120018

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Judul Tugas Akhir : RANCANG BANGUN *HOPPER DOUBLE SCREW CONVEYOR* UNTUK SISTEM PENAMPUNGAN DAN PACKAGING PADA INDUSTRI ES KRISTAL

Dengan ini menyatakan bahwa saya melakukan Tugas Akhir dengan sesungguhnya dan hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya saya 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 mempertanggungjawabkannya sekaligus menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 02 Agustus 2025



Imam Subhi

PENGHARGAAN

Pertama-tama perkenalkanlah saya memanjatkan puji syukur terhadap Allah SWT Tuhan Yang Maha Esa, karena hanya atas anugerahnya Penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul :

“ RANCANG BANGUN *HOPPER DOUBLE SCREW CONVEYOR* UNTUK SISTEM PENAMPUNGAN DAN PACKAGING PADA INDUSTRI ES KRISTAL ”

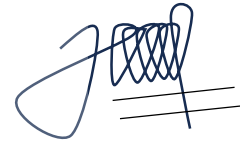
Dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini, penulis banyak memperoleh petunjuk dan bimbingan dari berbagai pihak. Sehingga pada kesempatan ini perkenalkanlah penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Andi Ardiansyah, M.Eng. selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
2. Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana
3. Dr.Eng. Imam Hidayat, ST, MT. selaku Kepala Program Studi Teknik mesin fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
4. Ir. Nurato, ST, MT, Ph.D. selaku Sekertaris Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
5. Ir. Nurato, ST, MT Ph.D. selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan arahan dan bimbingannya selama berjalannya penelitian ini.
6. Siti Maryam selaku Ibu dari Penulis yang selalu memberikan dukungan dan doa restunya sehingga bisa sampai di titik sekarang.
7. Seh Masrul Jafar selaku kakak membantu segala administrasi perkuliahan.
8. Kukuh Aji Santoso selaku Sahabat yang telah memberikan dukungan dan motivasi selama perkuliahan.
9. Muhamad Ferdian Nur Kholiq selaku Sahabat yang telah memberikan dukungan dan motivasi selama perkuliahan.
10. Muhamad Taufiq selaku Sahabat yang telah memberikan dukungan dan motivasi selama perkuliahan.
11. Ryan Singgih Nugroho selaku Sahabat yang telah memberikan dukungan dan motivasi selama perkuliahan.

12. Ruby Syahril Qolbi selaku Sahabat yang telah memberikan dukungan dan motivasi selama perkuliahan.
13. Ade Zakaria selaku Sahabat yang telah memberikan dukungan dan motivasi selama perkuliahan.
14. Hanif Imanudin, ST selaku Konsultan Teknik.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu segala kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan demi kesempurnaan penulisan di masa yang akan datang. Semoga Allah SWT Tuhan Yang Maha Esa selalu melimpahkan rahmat-Nya kepada semua pihak yang telah membantu pelaksanaan dan penyelesaian Laporan Tugas Akhir.

Jakarta, 25 Agustus 2025



Imam Subhi



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun hopper double screw conveyor sebagai sistem penampungan dan packaging pada industri es kristal untuk menggantikan proses manual yang kurang higienis, boros tenaga kerja, serta kurang efisien. Metodologi penelitian meliputi identifikasi kebutuhan industri, perancangan menggunakan metode Pahl dan Beitz, pemilihan material (stainless steel 304 sebagai material utama), analisis kekuatan struktur, perhitungan kapasitas aliran, daya motor, umur bearing, serta pengujian kinerja alat. Hasil perancangan menghasilkan hopper dengan sistem double screw yang dipasang pada penampang U-trough, sudut kemiringan screw 40° , dan pitch 175 mm. Analisis simulasi struktur kerangka menunjukkan nilai *factor of safety* $> 2,5$ sehingga dinyatakan aman. Pengujian kinerja menunjukkan laju aliran rata-rata 980 kg/jam, mendekati target 1 ton/jam, dengan waktu pengosongan 20 kg es kristal dalam 45,7–49,5 detik. Tingkat kehilangan massa akibat pencairan hanya 2–3%, lebih rendah dibandingkan sistem manual ($\pm 7\%$). Produktivitas meningkat 30% dengan berkurangnya kebutuhan tenaga kerja dari empat orang menjadi dua orang. Dari aspek ekonomi, biaya pembuatan hopper double screw conveyor tercatat Rp 16.850.000 dengan estimasi biaya perawatan Rp 300.000 per tahun. Analisis balik modal (*payback period*) menunjukkan alat ini dapat kembali modal dalam waktu 10–11 bulan melalui penghematan biaya tenaga kerja dan peningkatan kapasitas produksi. Perhitungan umur bearing menunjukkan daya tahan 48.283 jam operasi (lebih dari lima tahun pada pemakaian normal), sehingga layak untuk penggunaan jangka panjang. Kesimpulannya, hopper double screw conveyor yang dirancang terbukti meningkatkan efisiensi aliran material, mengurangi kehilangan es, menekan biaya operasional, serta menjaga higienitas produk. Penelitian ini juga merekomendasikan pengaturan sudut screw dan pitch yang tepat, pemeliharaan rutin pada komponen transmisi, serta potensi pengembangan menuju sistem otomatis penuh untuk mendukung keberlanjutan industri es kristal skala UMKM.

Kata kunci: hopper, double screw conveyor, es kristal, kapasitas produksi, efisiensi energi, balik modal.

MERCU BUANA

HOPPER CONVEYOR DESIGN DOUBLE SCREW FOR CRYSTAL ICE STORAGE AND PACKAGING SYSTEM

ABSTRACT

This research aims to design and develop a hopper double screw conveyor as a storage and packaging system in the crystal ice industry, replacing the manual process that is inefficient, labor-intensive, and unhygienic. The methodology includes identifying industrial needs, designing with the Pahl and Beitz method, selecting materials (stainless steel 304 as the main component), analyzing structural strength, calculating flow capacity, motor power, bearing life, and conducting performance tests. The final design consists of a hopper with a U-trough double screw system, a screw inclination angle of 40°, and a pitch of 175 mm. Structural simulation analysis indicated a factor of safety greater than 2.5, confirming its reliability. Performance testing showed an average flow rate of 980 kg/hour, approaching the target of 1 ton/hour, with 20 kg of crystal ice completely discharged within 45.7–49.5 seconds. Ice mass loss due to melting was only 2–3%, significantly lower than manual handling ($\pm 7\%$). Productivity increased by 30%, while the required workforce was reduced from four operators to two. From an economic perspective, the fabrication cost of the hopper double screw conveyor was recorded at Rp 16,850,000 with an annual maintenance cost of approximately Rp 300,000. Payback period analysis demonstrated that the investment can be recovered within 10–11 months through labor cost savings and increased production capacity. Bearing life calculations indicated a durability of 48,283 operating hours (over five years under normal use), ensuring long-term feasibility. In conclusion, the designed hopper double screw conveyor successfully improves material flow efficiency, minimizes ice loss, reduces operational costs, and ensures product hygiene. This research also provides recommendations on optimal screw angle and pitch settings, regular maintenance of transmission components, and future development toward a fully automated system to support the sustainability of small-scale crystal ice industries.

Keywords: hopper, double screw conveyor, crystal ice, production capacity, energy efficiency, payback period.

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR SIMBOL	xiii
DAFTAR SINGKATAN	xiv
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. RUMUSAN MASALAH	3
1.3. TUJUAN	3
1.4. MANFAAT	3
1.5. RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH	4
1.5.1. Ruang Lingkup	4
1.5.2. Batasan	5
1.6. SISTEMATIKA PENULISAN	5
BAB II	7
TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1. PENELITIAN TERDAHULU	7
2.2. ES KRISTAL	11
2.3. <i>HOPPER</i>	12
2.3.1. <i>Jenis Hopper</i>	13
2.3.2. <i>Volume Hopper</i>	15
2.4. <i>CONVEYOR</i>	16
2.4.1. <i>Jenis Conveyor</i>	17
2.5. MOTOR DAN GEARBOX	19
2.6. <i>SCREW CONVEYOR</i>	20
2.6.1. <i>Bentangan Screw</i>	21
2.6.2. <i>Sudut Screw Conveyor</i>	23
2.6.3. <i>Bearing</i>	24

2.7.	PRINSIP KERJA <i>DOUBLE SCREW CONVEYOR</i>	25
2.7.1.	Penampang U (<i>U-Trough</i>)	26
2.7.2.	Kapasitas Kerja <i>Double Screw Conveyor</i>	28
2.7.3.	Efisiensi produktivitas	29
BAB III		30
METODOLOGI PENELITIAN		30
3.1.	DIAGRAM ALIR	30
3.2.	METODE PERANCANGAN	32
3.3.	DAFTAR PERIKSA	34
3.4.	DAFTAR KEHENDAK	35
3.5.	ABSTRAKSI	36
3.5.1.	Abstraksi I, II, dan III	36
3.5.2.	Abstraksi IV	38
3.6.	STRUKTUR FUNGSI	38
3.6.1.	Fungsi Keseluruhan	39
3.7.	MEMILIH DAN Mencari SOLUSI SUB-FUNGSI	40
3.7.1.	Matriks Prinsip Solusi untuk Sub-Fungsi	40
3.7.2.	Kombinasi Varian Solusi	46
3.8.	MEMILIH KOMBINASI TERBAIK	47
3.9.	EVALUASI HARIAN	49
3.10.	MENEGUHKAN VARIAN KONSEP	51
3.11.	TEMPAT PENELITIAN	52
3.12.	ALAT DAN BAHAN	53
3.12.1.	Alat	53
3.12.2.	Bahan	54
3.13.	METODE PENGAMBILAN DATA.	54
3.14.	DATA YANG DI GUNAKAN	55
3.15.	GAMBARAN UMUM ALAT	57
3.16.	SPESIFIKASI KOMPONEN	57
3.17.	PROSES PRODUKSI	59
3.17.1.	Pemilihan Bahan Baku	59
3.17.2.	Pemotongan Material	59
3.17.3.	Penyambungan Setiap Bahan Mentah Komponen	60
3.17.4.	Penggabungan Komponen	61

3.17.5. Pengujian	62
BAB IV	63
HASIL DAN PEMBAHASAN	63
4.1. HASIL DAN PEMBAHASAN	63
4.2. ANALISA STRUKTUR KERANGKA	63
4.2.1. Analisa Simulasi Struktur Kerangka Varian 1	65
4.2.2. Analisa Simulasi Struktur Kerangka Varian 2	69
4.2.3. Analisa Simulasi Struktur Kerangka Varian 3	73
4.3. PERBANDINGAN ANTAR VARIAN	77
4.4. DESAIN TERPILIH	78
4.5. DATA KOMPONEN DESAIN TERPILIH	79
4.6. PERHITUNGAN BIAYA	80
4.7. PERAWATAN DAN BIAYA PERAWATAN	81
4.7.1. Perawatan	81
4.7.2. Biaya Perawatan	82
4.8. PENGUJIAN DAN ANALISIS KINERJA	82
4.8.1. Pengujian Laju Aliran Massa Es Kristal	83
4.8.2. Hubungan Kapasitas Produksi Dengan Sumber Daya Pekerja	85
4.8.3. Analisis Estimasi Balik Modal	86
4.8.4. Analisis Kehilangan Massa Es Kristal Akibat Pencairan	87
4.8.5. Analisis Pengaruh Sudut Screw Terhadap Efisiensi Aliran	89
4.8.6. Analisis Pengaruh Bentangan Pitch Screw Terhadap Kapasitas Aktual	90
4.9. ANALISIS DAMPAK TERHADAP MASALAH DI INDUSTRI UMKM	91
BAB V	93
PENUTUP	93
5.1. KESIMPULAN	93
5.2. SARAN	94
DAFTAR PUSTAKA	95
LAMPIRAN	97

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 es kristal (Herrmann & Bucksch, 2014)	11
Gambar 2.2 Rectangular Hopper (indiamart, 2020)	13
Gambar 2.3 conical hopper (Manufactured in Johannesburg, 2007)	14
Gambar 2.4 piramida hopper (ajax, 2018)	15
Gambar 2.5 belt conveyor (Mandiri, 2015)	17
Gambar 2.6 roller conveyor (Cemerlang, 2000)	18
Gambar 2.7 screw conveyor	18
Gambar 2.8 bucket conveyor (Peer-reviewed, 2021)	19
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	29
Gambar 3.2 Fungsi Keseluruhan Alat	37
Gambar 3.3 Desain Varian 1	45
Gambar 3.4 Desain Varian 2	46
Gambar 3.5 Desain Varian 3	46
Gambar 3.6 Bengkel Las Nindy Karya Utama	51
Gambar 3.7 Hasil Realisasi Rancangan Hopper Conveyor Double Screw	56
Gambar 3.8 Pola Pemotongan material	59
Gambar 3.9 Pengelasan bahan komponen	60
Gambar 3.10 Screw conveyor pada trough U	61
Gambar 3.11 Motor dan gearbox	61
Gambar 4.1 Desain kerangka varian 1	63
Gambar 4.2 Desain kerangka varian 2	63
Gambar 4.3 Desain kerangka varian 3	63
Gambar 4.4 Simulasi total deformation kerangka varian 1	65
Gambar 4.5 Simulasi total deformasi rangka dudukan screw conveyor desain varian 1	66
Gambar 4.6 Simulasi faktor of safety rangka desain varian 1	66
Gambar 4.7 Simulasi factor of safety rangka dudukan screw conveyor desain varian 1	67
Gambar 4.8 Simulasi tegangan axial dan bending stress desain varian 1	67
Gambar 4.9 Simulasi tegangan axial dan bending stress rangka dudukan screw conveyor desain varian 1	68
Gambar 4.10 Simulasi total deformation kerangka varian 2	69
Gambar 4.11 Simulasi total deformasi rangka dudukan screw conveyor desain varian 2	70
Gambar 4.12 Simulasi faktor of safety rangka desain varian 2	70
Gambar 4.13 Simulasi factor of safety rangka dudukan screw conveyor desain varian 2	71
Gambar 4.14 Simulasi tegangan axial dan bending stress desain varian 2	71
Gambar 4.15 Simulasi tegangan axial dan bending stress rangka dudukan screw conveyor desain varian 2	72
Gambar 4.16 Simulasi total deformation kerangka varian 2	73
Gambar 4.17 Simulasi total deformasi rangka dudukan screw conveyor desain varian 2	74
Gambar 4.18 Simulasi faktor of safety rangka desain varian 2	74

Gambar 4.19 Simulasi factor of safety rangka dudukan screw conveyor desain varian 2	75
Gambar 4.20 Simulasi tegangan axial dan bending stress desain varian 2	75
Gambar 4.21 Simulasi tegangan axial dan bending stress rangka dudukan screw conveyor desain varian 2	76
Gambar 4.22 Desain terpilih	79



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Daftar Periksa	34
Tabel 3.2 Daftar Kehendak	35
Tabel 3.3 Hasil abstraksi I, II, dan III	37
Tabel 3.4 Matriks Prinsip Solusi untuk Sub-Fungsi	40
Tabel 3.5 Kelebihan dan Kekurangan Komponen	41
Tabel 3.6 Lembar solusi	48
Tabel 3.7 Hasil evaluasi harian	50
Tabel 3.8 Konfigurasi Varian 1	50
Tabel 3.9 Alat yang di gunakan	51
Tabel 3.10 bahan yang di gunakan.	52
Tabel 3.11 dimensi hopper	56
Tabel 3.12 Dimensi Screw Conveyor	56
Tabel 3.13 Spesifikasi Komponen	57
Tabel 4.1 Keterangan Komponen hopper double screw conveyor	80
Tabel 4.2 Biaya pembuatan Hopper Double screw conveyor	80
Tabel 4.3 Estimasi biaya perawatan hopper double screw conveyor	82
Tabel 4.4 Hasil pengujian laju aliran massa es kristal	83
Tabel 4.5 Hubungan kapasitas produksi dengan sumber daya pekerja	85
Tabel 4.6 Hasil sisa massa es kristal	87



DAFTAR SIMBOL

SIMBOL	KETERANGAN	SATUAN
V	Volume Hopper	(liter)
a	Luas permukaan alas atas	(cm ²)
b	Luas permukaan alas bawah	(cm ²)
T	Tinggi kedalaman <i>hopper</i>	(mm)
D ₁	Diameter luar potongan daun <i>screw</i>	(mm)
d ₁	Diameter <i>screw</i>	(mm)
d ₂	Diameter <i>shaft</i>	(mm)
D ₂	Diameter dalam potongan daun <i>screw</i>	(mm)
P	Pitch Screw	(mm)
V ₁	luas penampang aliran silinder	(cm ³)
V ₂	volume balok	(cm ³)
R	jari jari	(mm)
Q	Kapasitas aliran material	(liter/jam)
P	Panjang sisi balok	(mm)
L	Lebar balok	(mm)
C	kemiringan sudut <i>screw</i> 0,60	
K	Efisiensi pengisian	
γ	massa jenis material yang di pindahkan	(ton/m ³)
N	putaran <i>screw</i>	(rpm)

DAFTAR SINGKATAN

SIMBOL	KETERANGAN
CAD	<i>Computer-Aided Design</i>
UMKM	usaha mikro kecil menengah
HP	<i>Horsepower</i>
Hz	<i>Hertz</i>
kg	<i>Kilogram</i>
kg/jam	<i>Kilogram per jam</i>
m	<i>Meter</i>
m ³	<i>Meter kubik</i>
cm ³	<i>centimeter kubik</i>
cm ²	<i>centimeter persegi</i>
mm	<i>Milimeter</i>
<i>rpm</i>	<i>Rotation per minute (Rotasi per menit)</i>
TIG	<i>Tungsten Inert Gas (jenis pengelasan argon)</i>
VAC	<i>Volt Alternating Current</i>
D	<i>demand</i>
W	<i>wishes</i>