

SKRIPSI

**GAMBAR DESAIN DAN STUDI KELAYAKAN MESIN ES
KRISTAL PELURU**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

I PUTU DUTA DARMAWANGSA
NIM. 2115234024

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNOLOGI
REKAYASA UTILITAS**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI
2025**

ABSTRAK

Bisnis minuman dingin di Indonesia semakin berkembang seiring dengan kondisi iklim tropis yang panas dan lembap sepanjang tahun. Hal ini mendorong meningkatnya permintaan es batu, khususnya es kristal peluru yang memiliki bentuk tabung kecil berwarna bening yang biasanya digunakan untuk mendinginkan minuman. Di sisi lain, masih minimnya penelitian dan pengembangan mesin es kristal peluru buatan lokal membuat peluang inovasi di bidang ini terbuka lebar. Maka dari itu, munculah ide untuk menggambar desain dan studi kelayakan mesin es kristal peluru yang mencakup aspek teknis dan aspek finansial.

Metode penelitian yang diterapkan pada gambar desain dan studi kelayakan mesin es kristal peluru ini yakni rancang bangun mesin es kristal peluru serta skematik mesin es kristal peluru dengan menggunakan dua pompa, pompa 1 untuk mendorong air bahan baku ke tatakan air dan pompa 2 ditempatkan didalam tatakan air untuk mengacak (mengaduk) air bahan baku, sehingga menjadikan es bening seperti kristal. Dengan menggunakan evaporator berbentuk huruf U dengan deretan pipa pendek (berbentuk tabung bawah tertutup) yang memanjang secara vertikal ke bawah.

Hasil penelitian ini mencakup hasil desain mesin es kristal peluru serta studi kelayakan mesin ini. Hasil dari studi kelayakan teknis mesin ini yakni mesin ini memproduksi es yang berwarna bening seperti kristal. Sedangkan hasil dari studi finansial mesin es kristal peluru ini yakni mesin es kristal peluru ini kurang layak untuk dilaksanakan. Investasi awal untuk rancang bangun mesin ini adalah Rp20.674.000, operasional bulanan mesin ini Rp255.000 serta pendapatan bulanan mesin ini adalah Rp197.000. Tingginya pengeluaran dalam operasional bulanan mesin es kristal peluru ini dikarenakan konsumsi listrik yang boros.

Kata kunci: *Mesin es peluru, es kristal, UMKM, pendingin minuman, studi kelayakan mesin.*

ILLUSTRATION AND FEASIBILITY STUDY OF A BULLET CRYSTAL ICE MACHINE

ABSTRACT

The cold beverage business in Indonesia continues to grow, driven by the country's hot and humid tropical climate throughout the year. This has led to an increasing demand for ice cubes, particularly bullet crystal ice, which is characterized by its small, clear, tubular shape typically used for cooling beverages. On the other hand, the lack of research and development on locally-made bullet crystal ice machines presents a significant opportunity for innovation in this field. Therefore, the idea emerged to create a design illustration and conduct a feasibility study of a bullet crystal ice machine, covering both technical and financial aspects.

The research method used in the design illustration and feasibility study of the bullet crystal ice machine involves designing and constructing the machine, as well as creating a schematic that incorporates two pumps: Pump 1 is used to push the raw water into the water tray, while Pump 2 is placed inside the water tray to stir the raw water, resulting in clear, crystal-like ice. The machine utilizes a U-shaped evaporator with a series of short vertical pipes (tube-shaped with closed bottoms) extending downward.

The results of this study include the design outcomes of the bullet-shaped crystal ice machine as well as the feasibility study of this machine. The results of the technical feasibility study show that the machine produces clear, crystal-like ice. However, the findings from the financial feasibility study indicate that the bullet-shaped crystal ice machine is not financially viable. The initial investment for the design and construction of this machine is IDR 20,674,000, with a monthly operational cost of IDR 255,000 and a monthly income of only IDR 197,000. The high monthly operational expenses are mainly due to the machine's high electricity consumption.

Keywords: *Bullet ice machine, crystal ice, MSMEs, beverage cooler, machine feasibility study.*

DAFTAR ISI

Halaman Judul	ii
Pengesahan oleh Pembimbing	iii
Persetujuan Dosen Penguji	iv
Pernyataan Bebas Plagiat	v
Ucapan Terima Kasih	vi
Abstrak dalam Bahasa Indonesia	viii
Abstract dalam Bahasa Inggris	ix
Kata Pengantar	x
Daftar Isi	xi
Daftar Tabel	xiv
Daftar Gambar	xv
Daftar Lampiran	xvii
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.4.1 Tujuan umum	2
1.4.2 Tujuan khusus	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.5.1 Bagi penulis	3
1.5.2 Bagi Politeknik Negeri Bali	3
1.5.3 Bagi masyarakat	3
BAB II. LANDASAN TEORI	4
2.1 Pengertian Refrigerasi	4
2.2 Siklus Kompresi Uap	4
2.3 Komponen Siklus Kompresi Uap	7
2.3.1 Komponen utama	7

2.3.2	Komponen tambahan	10
2.4	Refrigeran.....	13
2.5	Mesin Es Kristal	14
2.5.1	Mesin es flake.....	14
2.5.2	Mesin es balok.....	15
2.5.3	Mesin es peluru.....	15
2.6	<i>Autodesk Inventor</i>	16
2.7	Pengertian Kelayakan	16
2.8	Es Bening	16
2.9	Kapasitas Produksi.....	18
BAB III.	METODE PENELITIAN	19
3.1	Jenis Penelitian	19
3.1.1	Skematik mesin es kristal peluru	21
3.1.2	Prinsip kerja mesin es kristal peluru	24
3.2	Alur Penelitian.....	27
3.3	Lokasi dan Waktu Penelitian	28
3.4	Penentuan Sumber Data	29
3.5	Sumber Daya Penelitian.....	29
3.6	Instrumen Penelitian	30
3.6.1	Aplikasi <i>autodesk inventor</i> 2024	30
3.6.2	Tang ampere.....	30
3.6.3	<i>Power analyzer</i>	31
3.6.4	<i>Stopwatch</i>	32
3.6.5	Timbangan digital	32
3.7	Prosedur Penelitian	33
BAB IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	34
4.1	Hasil Penelitian.....	34
4.1.1	Hasil desain gambar 3D mesin es kristal peluru	34
4.1.2	Kinerja mesin es kristal peluru	36
4.1.3	Hasil mesin es kristal peluru	37
4.2	Pembahasan	39

4.2.1 Desain komponen mesin es kristal peluru.....	39
4.2.2 Studi kelayakan teknis mesin es kristal peluru.....	49
4.2.3 Studi kelayakan finansial mesin es kristal peluru.....	50
BAB V. PENUTUP	61
5.1 Kesimpulan.....	61
5.2 Saran	62
DAFTAR PUSTAKA	63
LAMPIRAN	64

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Waktu pelaksanaan	29
Tabel 4.1 Biaya awal komponen mesin es kristal peluru	52
Tabel 4.2 Biaya awal rangka dan bodi mesin es kristal peluru	56
Tabel 4.3 Biaya awal komponen tambahan mesin es kristal peluru	57
Tabel 4.4 Biaya operasional bulanan mesin es kristal peluru.....	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Skematik siklus kompresi uap	5
Gambar 2.2	Diagram p-h siklus kompresi uap	6
Gambar 2.3	Kompresor	8
Gambar 2.4	Kondensor.....	9
Gambar 2.5	Katup ekspansi.....	9
Gambar 2.6	Evaporator	10
Gambar 2.7	<i>Suction accumulator</i>	11
Gambar 2.8	<i>Fan</i>	11
Gambar 2.9	<i>Filter drier</i>	12
Gambar 2.10	<i>Solenoid valve</i>	12
Gambar 2.11	Pompa.....	13
Gambar 2.12	Refrigeran primer.....	13
Gambar 2.13	Mesin es flake	14
Gambar 2.14	Mesin es balok	15
Gambar 2.15	<i>Autodesk inventor 2024</i>	16
Gambar 3.1	Gambar mesin es kristal peluru tampak depan	19
Gambar 3.2	Gambar mesin es kristal peluru tampak samping	20
Gambar 3.3	Gambar mesin es kristal peluru tampak belakang	20
Gambar 3.4	Skematik mesin es kristal peluru	21
Gambar 3.5	Skematik siklus kompresi uap mesin es kristal peluru.....	22
Gambar 3.6	Skematik proses sirkulasi air mesin es kristal peluru.....	23
Gambar 3.7	Skematik proses <i>defrost</i> mesin es kristal peluru	24
Gambar 3.8	Diagram kontrol kelistikan mesin es kristal peluru	25
Gambar 3.9	Diagram alur penelitian	28
Gambar 3.10	Tampilan <i>autodesk inventor 2024</i>	30
Gambar 3.11	Tang ampere.....	31
Gambar 3.12	<i>Power analyzer</i>	31
Gambar 3.13	<i>Stopwatch</i>	32

Gambar 3.14	Timbangan digital	32
Gambar 4.1	Desain 3D tampak depan.....	34
Gambar 4.2	Desain 3D tampak samping	35
Gambar 4.3	Desain 3D tampak belakang	35
Gambar 4.4	Variasi daya mesin es kristal peluru	36
Gambar 4.5	Konsumsi energi mesin es kristal.....	37
Gambar 4.6	Hasil es kristal peluru.....	38
Gambar 4.7	Hasil timbangan digital es	38
Gambar 4.8	Komponen evaporator	39
Gambar 4.9	Rangka mesin.....	40
Gambar 4.10	Rangka dan bodi mesin	41
Gambar 4.11	Tatakan air pada evaporator.....	42
Gambar 4.12	Tangki air bahan baku (tampak belakang).....	43
Gambar 4.13	Tempat penyimpanan hasil es	44
Gambar 4.14	Tangki air bersih.....	45
Gambar 4.15	Dudukan tangki air bersih	46
Gambar 4.16	Kompresor 1/4 PK	47
Gambar 4.17	Kondensor dengan <i>condensing capacity</i> 0.7 kW.....	47
Gambar 4.18	Pompa 1	48
Gambar 4.19	Pompa 2	49

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Massa hasil es kristal peluru	64
Lampiran 2 : Gambar teknik mesin es kristal peluru	65
Lampiran 3 : Data informasi komponen.....	66
Lampiran 4 : Lembar bimbingan Skripsi dosen pembimbing I.....	71
Lampiran 5 : Lembar bimbingan Skripsi dosen pembimbing II.....	72

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bisnis menjual minuman dingin di Indonesia semakin hari semakin diminati, ini karena di Asia Tenggara memiliki iklim tropis dengan temperatur yang cenderung panas dan lembab sepanjang tahun (Jamila, A. F., & Satwikasari, A. F., 2020). Maraknya para pelaku usaha yang menjual minuman dari skala Usaha Mikro, Kecil, Menengah (UMKM), kafe hingga restoran menjadikan penjualan es batu juga semakin meningkat. Salah satu es batu yang sering digunakan adalah es kristal peluru. Es kristal peluru ini berwarna bening dengan bentuk tabung kecil-kecil dan ujungnya sedikit tajam mirip peluru. Selain untuk mendinginkan minuman, es kristal peluru juga lebih higienis dan estetik untuk konsumsi.

Permintaan terhadap es kristal peluru semakin meningkat seiring berkembangnya industri kuliner dan gaya hidup masyarakat yang menuntut kualitas dan tampilan yang menarik dari setiap produk makanan dan minuman. Namun, tidak semua pelaku usaha memiliki akses terhadap mesin es kristal peluru karena harga mesin yang relatif mahal dan masih banyak diimpor dari luar negeri. Di sisi lain, masih minimnya penelitian dan pengembangan mesin es kristal peluru buatan lokal membuat peluang inovasi di bidang ini terbuka lebar.

Oleh karena itu, munculah ide penelitian yang berjudul desain gambar dan studi kelayakan mesin es kristal peluru, agar mesin tersebut dapat memproduksi es yang lebih bening, efisien dan terjangkau untuk kebutuhan pelaku usaha. Dalam penelitian ini, dilakukan penggambaran desain mesin es kristal peluru termasuk rangka dan bodi mesin serta komponen-komponen pendingin (*condensing unit*). Selain itu, pada penelitian ini juga terdapat studi kelayakan ekonomi dan kelayakan teknis untuk menilai apakah mesin ini layak diproduksi dan digunakan secara komersial oleh pelaku usaha baik UMKM hingga restoran.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka dapat ditetapkan rumusan masalah yang diidentifikasi pada gambar desain dan studi kelayakan mesin es kristal peluru, yaitu:

1. Bagaimana desain tiga dimensi mesin es kristal peluru?
2. Bagaimana studi kelayakan teknis dan finansial (ekonomi) mesin es kristal peluru?

1.3 Batasan Masalah

Dalam penulisan Buku Skripsi, penulis hanya menetapkan untuk memberikan bahasan terkait dengan gambar desain dan studi kelayakan mesin es kristal peluru. Berlandaskan pada uraian rumusan masalah yang ditetapkan, maka dapat menentukan sejumlah batasan masalah, yaitu:

1. Hanya pembuatan gambar tiga dimensi (3D) tanpa membuat rancangan mesin es kristal peluru.
2. Menentukan studi kelayakan mesin es kristal peluru hanya pada aspek teknis dan aspek finansial tanpa membahas aspek studi kelayakan mesin secara keseluruhan.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang penulis harapkan dari pembuatan Buku Skripsi yang bertemakan gambar desain dan studi kelayakan mesin es kristal peluru, yaitu:

1.4.1 Tujuan umum

Tujuan umum yang ditetapkan dalam penyusunan Buku Skripsi ini, adalah sebagai berikut:

1. Sebagai persyaratan untuk menyelesaikan Program Pendidikan Sarjana Terapan pada Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.
2. Untuk mengaplikasikan ilmu-ilmu yang telah diperoleh selama mengikuti perkuliahan di Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali
3. Melakukan pengujian dan pengembangan ilmu pengetahuan yang telah diperoleh di bangku kuliah dengan menerapkan ke dalam bentuk

perancangan.

1.4.2 Tujuan khusus

Tujuan khusus yang ditetapkan dalam penyusunan Buku Skripsi ini, adalah sebagai berikut:

1. Mampu membuat desain tiga dimensi mesin es kristal peluru.
2. Mampu membuat studi kelayakan aspek teknis dan aspek finansial (ekonomi) mesin es kristal peluru.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil gambar desain dan studi kelayakan mesin es kristal peluru ini diharapkan memberikan manfaat bagi penulis, instansi pendidikan khususnya Politeknik Negeri Bali dan juga bagi masyarakat pada umumnya.

1.5.1 Bagi penulis

Hasil pengembangan ini sebagai sarana untuk menerapkan dan mengembangkan ilmu-ilmu yang didapat selama mengikuti perkuliahan baik secara teori maupun praktek di Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali. Selain itu, merupakan syarat untuk menuntaskan pendidikan Sarjana Terapan Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.

1.5.2 Bagi Politeknik Negeri Bali

Sebagai bahan pendidikan atau ilmu pengetahuan di bidang refrigerasi di kemudian hari dan sebagai salah satu pertimbangan untuk dapat dikembangkan lebih lanjut.

1.5.3 Bagi masyarakat

Adapun manfaat dari gambar desain dan studi kelayakan mesin es kristal peluru ini, yaitu membantu pelaku usaha minuman atau pelaku usaha es dari skala menengah ke bawah dengan menggunakan mesin es kristal peluru ini yang memproduksi es sebening kristal sebagai pendingin minuman atau untuk diperjualbelikan. Pada penelitian ini juga membahas dana yang diperlukan untuk investasi awal pada mesin es kristal peluru.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berlandaskan hasil dan pembahasan gambar desain dan studi kelayakan mesin es kristal peluru terdapat beberapa kesimpulan yang didapat yaitu:

- 1) Berdasarkan studi kelayakan teknis, pengujian hasil es yang dihasilkan mesin es kristal peluru tercapai berwarna bening, namun masih terdapat beberapa hasil es yang sedikit berwarna putih pucat. Pengujian pada mesin es kristal peluru ini dilakukan selama 7 jam yang terdapat 3 siklus. Selama 1 siklus mendapatkan hasil es sekitar 640, 575 dan 575 gram, dengan rata-rata 596,7 gram (0,597 kg). Produksi per siklus mesin es kristal peluru ini adalah 2 jam 33 menit dibulatkan menjadi 2 jam 34 menit. Untuk operasional mesin ini adalah 12 jam (setengah hari), ini dikarenakan mesin ini masih menggunakan sistem semi otomatis. Terdapat 5 siklus selama pengoperasian mesin es kristal peluru ini. Dikarenakan per siklus mesin ini menghasilkan 0,597 kg es maka untuk lima kali siklus es kristal peluru ini menghasilkan $0,597 \text{ kg} \times 5 \text{ siklus}$ sama dengan 2,985 kg per 12 jam.
- 2) Berdasarkan studi kelayakan finansial, mesin es kristal peluru ini kurang layak untuk dilaksanakan. Investasi awal untuk rancang bangun mesin ini adalah Rp20.674.000, operasional bulanan mesin ini Rp255.000 serta pendapatan bulanan mesin ini adalah Rp197.000. Pengujian mesin es kristal peluru selama 6 jam dengan total energi yang dikonsumsi mencapai sekitar 2,50 kWh. Untuk penggunaan energi mesin ini selama 12 jam atau selama 5 siklus sekitar $2,50 \text{ kWh} \times 2$ sama dengan 5 kWh. Tingginya pengeluaran dalam operasional bulanan mesin es kristal peluru ini dikarenakan konsumsi listrik yang boros.

5.2 Saran

Berlandaskan beberapa keterbatasan yang ditemui serta kesimpulan yang telah dijabarkan, maka terdapat juga saran untuk penelitian selanjutnya, yaitu:

- 1) Diperlukan diagram kontrol kelistrikan yang lebih maksimal untuk menghasilkan konsumsi listrik yang lebih efisien.
- 2) Selain studi kelayakan finansial (ekonomi) dan kelayakan teknis, diperlukan studi kelayakan yang lebih lengkap untuk memaksimalkan hasil studi kelayakan mesin es kristal peluru.

DAFTAR PUSTAKA

- Albari, A.G. 2020. *Analisis Kinerja Evaporator Pada AC Split 1 Pk Dengan Refrigerant R-22 dan R-290*. Skripsi. Universitas Pancasakti Tegal, Tegal-Jawa Tengah.
- Firli, M. 2016. *Komponen Utama Refrigerasi Kompresi Uap*. Terdapat pada: <https://www.scribd.com/doc/310261758/Komponen-UtamaRefrigerasiKompresi-Uap>. Diakses pada tanggal 1 Februari 2025.
- Ghifari, A. A. 2023. *Perancangan Bak Penampung Mesin Es Kristal Berkapasitas 50 kg/12 Jam*. Skripsi. Universitas Islam Malang, Malang-Jawa Timur.
- Hidayat, W. H. 2018. *Analisa Pengaruh Panjang Pipa Dengan Variasi Temperatur Air Subcooler, Terhadap Unjuk Kerja Mesin Pendingin, Dengan Penambahan Subcooling*. Skripsi. Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Jawa Timur-Indonesia.
- Jamila, A. F., & Satwikasari, A. F. 2020. Konsep Arsitektur Tropis Modern pada Bangunan Kuliner Gading Festival Sedayu City. *Jurnal Linears*, 3(2), 73-78.
- Kasmir, & Jakfar. 2012. *Studi Kelayakan Bisnis* (Edisi Revisi). Jakarta: Kencana Prenada Media. ISBN 978-602-9413-09-0.
- Ningtyas, A. H. P., Ayunaning, K., Prambudiarto, B. A., Pahlawan, I. A., & Maulana, I. 2021. Implementasi Penggunaan Software Autodesk Inventor Dalam Meningkatkan Kompetensi Dalam Menggambar Teknik Pada Pelajar Kejuruan. *Dedikasimu. Journal of Community Service*. 3(2), 925–935.
- Suamir, I. N. 2016. *Refrigerasi dan Tata Udara*. Badung-Bali: Politeknik Negeri Bali.
- Sulthan, Y. 2022. *Analisis Pengaruh Freon R-123 Dan R-134a Pada Engine Chiller Di Kapal Km. Portlink*. Skripsi. Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar, Makassar-Sulawesi Selatan.
- Suparyanto, R.W. 2016. *Studi Kelayakan Bisnis*. Jakarta: Rajawali Pers. ISBN 978-602-425-015-7.
- Suradita, I. M. 2022. *Pengembangan Rancangan Mesin Es Balok Kristal Dengan Bantalan Bio-PCM*. Skripsi. Politeknik Negeri Bali, Badung-Bali.
- Zulpikar, & Supyan, M. 2019. *Sistem Pengoprasian Dan Perawatan Pompa Air Tawar Pendingin Mesin Utama Di Km. King Arthur Pt. Janata Marina Indah Semarang*. Karya Tulis.