

**ANALISIS PENGARUH KECEPATAN ALIRAN UDARA DAN
PENDINGINAN TERHADAP STABILITAS DIMENSI DAN
KEKUATAN *PACKAGING* PADA MESIN *SHRINK WRAPPING***

SKRIPSI



**Diajukan untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan
Sarjana Terapan Program Studi Teknik Mesin Produksi dan Perawatan**

Oleh:

**Muhammad Zidane Smith
NPM. 062240212096**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2026**

**ANALYSIS OF THE EFFECT OF AIRFLOW VELOCITY AND
COOLING ON THE DIMENSIONAL STABILITY AND
STRENGTH OF PACKAGING IN A SHRINK-WRAPPING
MACHINE**

THESIS



**Submitted to Comply with Terms of Study Completion in Mechanical
Engineering Production and Maintenance Study Program Department of
Mechanical Engineering**

By:

**Muhammad Zidane Smith
NPM. 062240212096**

**DEPARTMENT OF MECHANICAL ENGINEERING
STATE POLYTECHNIC OF SRIWIJAYA
PALEMBANG
2026**

HALAMAN PERSETUJUAN

ANALISIS PENGARUH KECEPATAN ALIRAN UDARA DAN PENDINGINAN TERHADAP STABILITAS DIMENSI DAN KEKUATAN *PACKAGING* PADA MESIN *SHRINK WRAPPING*



SKRIPSI

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Skripsi
Sarjana Terapan Program Studi Teknik Mesin Produksi dan Perawatan
Jurusan Teknik Mesin

Palembang, Februari 2026
Menyetujui,
Pembimbing Pendamping,

Pembimbing Utama,

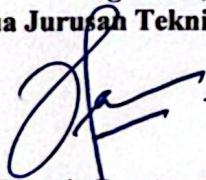
 13/7 2026

Ahmad Junaidi, S.T., M.T.
NIP. 196607111990031001



Ir. Adian Aristia Anas, S.T., M.Sc., IPM.
NIP. 198710222020121005

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin,



Ir. Fenoria Putri, S.T., M.T.
NIP. 197202201998022001

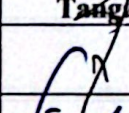
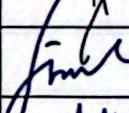
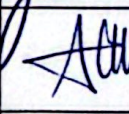
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Skripsi ini diajukan oleh:

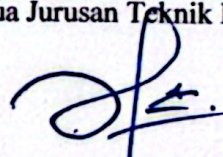
Nama : Muhammad Zidane Smith
NPM : 062240212096
Jurusan / Program Studi : Teknik Mesin / D-IV Teknik Mesin Produksi dan Perawatan
Rencana Judul : **ANALISIS PENGARUH KECEPATAN ALIRAN UDARA DAN PENDINGINAN TERHADAP STABILITAS DIMENSI DAN KEKUATAN PACKAGING PADA MESIN SHRINK WRAPPING**

Telah selesai dinilai dalam Seminar Skripsi Sarjana Terapan di hadapan Tim Dosen Penilai pada tanggal Juni 2026 dan diterima untuk dilanjutkan menjadi Skripsi pada Program Studi Sarjana Terapan Teknik Mesin Produksi dan Perawatan Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya

TIM DOSEN PENILAI

No.	Nama	Posisi Penilai	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Ir. Sairul Effendi, M.T. NIP. 196309121989031005	Ketua		8/2 2025
2.	Ir. Syamsul Rizal, S.T., M.T. NIP. 197608212003121001	Anggota		8/2 ~ 26
3.	Ir. Adian Aristia Anas, S.T., M.Sc., IPM. NIP. 198710222020121005	Anggota		6/7 2026
4.	Muhammad Rizky Tolusha Putra, S.T., M.T. NIP. 199407102024061001	Anggota		6/2026

Palembang,
Ketua Jurusan Teknik Mesin,


Ir. Fenoria Putri, S.T., M.T.
NIP. 197202201998022001

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhammad Zidane Smith
NPM : 062240212096
Jurusan / Program Studi : Teknik Mesin / D-IV Teknik Mesin Produksi dan Perawatan
Judul Skripsi : **ANALISIS PENGARUH KECEPATAN ALIRAN UDARA DAN PENDINGINAN TERHADAP STABILITAS DIMENSI DAN KEKUATAN *PACKAGING* PADA MESIN *SHRINK WRAPPING***

Menyatakan bahwa Skripsi yang saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dengan didampingi oleh Tim Pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila di kemudian hari ditemukan unsur penjiplakan/plagiat di dalam Skripsi yang saya buat, saya bersedia menerima sanksi akademik dari Jurusan Teknik Mesin dan Politeknik Negeri Sriwijaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar, kondisi sehat, dan tanpa ada paksaan dari pihak manapun.



Palembang, ...13... Juli ...2018



Muhammad Zidane Smith
NPM. 062240212096

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

“Hai orang – orang yang beriman, jadikanlah sabar dan sholatmu sebagai penolongmu, sesungguhnya Allah beserta orang – orang yang sabar”

(Al-Baqarah: 153)

“Keberhasilan bukanlah tentang seberapa sempurna hasil akhir yang kita capai, melainkan seberapa gigih kita terus memperbaiki proses di tengah keterbatasan. Setiap kegagalan dalam eksperimen hanyalah data berharga, bukan akhir dari perjalanan. Jadikan setiap detik sebagai kesempatan untuk belajar, setiap hambatan sebagai pelajaran, dan setiap kemajuan sebagai langkah menuju versi diri yang lebih baik. Karena di dunia teknik ini, inovasi lahir bukan dari kesempurnaan, melainkan dari ketekunan dan keberanian untuk mencoba.” *(Zidane)*

PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis dedikasikan kepada kedua orang tua tercinta, Abah dan Mama, ketulusannya dari hati atas do’a yang tak pernah putus, semangat yang tak ternilai. serta untuk orang – orang terdekatku yang tersayang, dan untuk almamater biru muda kebanggaanku.

ABSTRAK

ANALISIS PENGARUH KECEPATAN ALIRAN UDARA DAN PENDINGINAN TERHADAP STABILITAS DIMENSI DAN KEKUATAN *PACKAGING* PADA MESIN *SHRINK WRAPPING*

Muhammad Zidane Smith

(2026: xii + 89 Halaman, 24 Gambar, 6 Tabel, 6 Lampiran)

Industri minuman kemasan skala kecil-menengah di Indonesia menghadapi tantangan efisiensi pengemasan. Di PT Bihar Sejahtera Mandiri, proses shrink wrapping botol 600 ml masih dilakukan secara manual menggunakan heat gun. Hal ini menyebabkan produktivitas rendah hanya 50 pack per hari dibandingkan target 120 pack per hari, waktu proses yang lama (3–3,5 menit/pack), serta tingginya tingkat cacat kemasan akibat pemanasan dan pendinginan yang tidak konsisten. Cacat yang sering muncul meliputi kerutan (wrinkles), bolong, pengenduran (sagging), dan penyusutan dimensi tidak seragam yang menurunkan kekuatan tarik kemasan. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh kecepatan aliran udara blower (5–15 m/s) dan waktu pendinginan (5–15 detik) terhadap stabilitas dimensi (% shrinkage volume), kekuatan tarik kemasan (kg), serta persentase cacat pada kemasan shrink wrap botol air mineral 600 ml (9 botol/pack) menggunakan plastik PVC 30 mikron. Metode yang digunakan adalah eksperimen kuantitatif dengan desain factorial 3×3 dan 3 kali replikasi. Data dianalisis menggunakan Two-Way ANOVA ($\alpha = 0,05$) dan regresi linier. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedua variabel bebas berpengaruh signifikan terhadap variabel terikat ($p < 0,05$). Kombinasi parameter optimal diperoleh pada kecepatan blower 5 m/s dengan waktu pendinginan 10 detik, yang menghasilkan kekuatan tarik tertinggi sebesar 14,05 kg dan shrinkage volume yang terkendali. Metode mesin dengan blower terbukti jauh lebih unggul dibandingkan metode manual. Penelitian ini diharapkan dapat mendukung otomatisasi proses shrink wrapping di PT Bihar Sejahtera Mandiri sehingga meningkatkan produktivitas, mengurangi cacat, dan menghasilkan kemasan yang lebih rapi serta kuat.

Kata Kunci: blower, kekuatan tarik, kecepatan aliran udara, shrink wrapping, stabilitas dimensi, waktu pendinginan

ABSTRACT

ANALYSIS OF THE EFFECT OF AIRFLOW VELOCITY AND COOLING ON THE DIMENSIONAL STABILITY AND STRENGTH OF PACKAGING IN A SHRINK-WRAPPING MACHINE

Muhammad Zidane Smith

(2026: xii + 89 pp., 43 Figures, 6 Tables, 6 Attachments)

The small and medium-scale beverage packaging industry in Indonesia faces significant packaging efficiency challenges. At PT Bihar Sejahtera Mandiri, the shrink wrapping process for 600 ml bottles is still performed manually using a heat gun. This results in low productivity of only 50 packs per day compared to the target of 120 packs per day, long processing time (3–3.5 minutes per pack), and a high defect rate due to inconsistent heating and cooling. Common defects include wrinkles, holes, sagging, and non-uniform dimensional shrinkage that reduce the tensile strength of the packaging. This study aims to analyze the effect of blower airflow velocity (5–15 m/s) and cooling time (5–15 seconds) on dimensional stability (% volume shrinkage), tensile strength (kg), and defect percentage of shrink wrap packaging for 600 ml mineral water bottles (9 bottles per pack) using 30-micron PVC plastic. The research employed a quantitative experimental method with a 3×3 factorial design and three replications. Data were analyzed using Two-Way ANOVA ($\alpha = 0.05$) and linear regression. The results showed that both independent variables had a significant effect on the dependent variables ($p < 0.05$). The optimal parameter combination was obtained at a blower velocity of 5 m/s with a cooling time of 10 seconds, which produced the highest tensile strength of 14.05 kg and controlled volume shrinkage. The machine method with blower proved to be far superior compared to the manual heat gun method. This study is expected to support the automation of the shrink wrapping process at PT Bihar Sejahtera Mandiri, thereby increasing productivity, reducing defects, and producing neater and stronger packaging.

Keywords : air flow velocity, blower, cooling time, dimensional stability, shrink wrapping, tensile strength

PRAKATA

Alhamdulillahirobbil'alamin, penulis panjatkan puji dan syukur kehadirat Allah SWT, atas segala rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan SKRIPSI ini tepat pada waktunya. Adapun terwujudnya SKRIPSI ini adalah berkat bimbingan dan bantuan serta petunjuk dari berbagai pihak yang tak ternilai harganya. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar – besarnya kepada pihak yang telah membantu penulis dalam penyusunan SKRIPSI ini, yaitu kepada:

1. Orangtuaku, Ayahku dan Ibuku tercinta yang selalu memberikan do'a dan dukungan kepada anaknya tercinta ini.
2. Bapak Ir. Irawan Rusnadi, M.T., selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Ibu Ir. Fenoria Putri, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Bapak Ir. Adian Aristia Anas, S.T., M.Sc., IPM., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Ibu Ir. Hj. Ella Sundari, S.T., M.T., selaku Koordinator Program Studi D–IV Teknik Mesin Produksi dan Perawatan Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya.
6. Bapak Ahmad Junaidi, S.T., M.T. sebagai Pembimbing Utama yang telah memberikan bimbingan dan membantu penulis menyelesaikan SKRIPSI ini.
7. Bapak Ir. Adian Aristia Anas, S.T., M.Sc., IPM. sebagai Pembimbing Pendamping yang telah memberikan bimbingan penulis menyelesaikan SKRIPSI ini.
8. Sahabat – sahabatku, Haykal, Nogun dan David yang telah banyak berbagi keceriaan, kebersamaan dan kesulitan yang pernah kita alami bersama.
9. Teman – teman seperjuangan terbaikku, kelas 8PP.... yang telah berjuang bersama – sama selama menyelesaikan studi D–IV Teknik Mesin Produksi dan Perawatan.
10. Teman – teman seangkatan 2022 Program Studi D–IV Teknik Mesin Produksi dan Perawatan yang telah berjuang bersama – sama selama menyelesaikan studi D–IV Teknik Mesin Produksi dan Perawatan.
11. Semua pihak terkait yang tidak mungkin disebutkan oleh penulis satu persatu di dalam SKRIPSI ini.

Penulis menyadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan dalam tulisan SKRIPSI ini. Penulis secara terbuka menerima kritik dan saran dari pembaca agar ke depannya penulis dapat membuat tulisan dan laporan yang lebih baik.

Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih atas bantuan yang telah diberikan oleh semua pihak, semoga kebaikan menjadi amal ibadah dan mendapatkan Ridha dari Allah SWT, Aamin Yaa Rabbal'alamin.

Palembang, Februari 2026
Penulis,

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
SKRIPSI.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	v
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
 BAB I PENDAHULUAN.....	 1
11.1 Latar Belakang.....	1
11.2 Gambaran Umum PT Bihar Sejahtera Mandiri	3
11.3 Rumusan Masalah.....	5
11.4 Batasan Masalah	5
11.5 Tujuan dan Manfaat	6
11.5.1 Tujuan.....	6
11.5.2 Manfaat.....	6
11.6 Sistematika Penulisan	7
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	 9
2.1 Kajian Pustaka	9
2.2 Dasar Teori	11
2.2.1 Prinsip Perpindahan Panas Konveksi Paksa.....	12
2.2.2 Jenis-jenis Cacat Kemasan <i>Shrink Wrap</i> serta Hubungannya dengan Waktu Pendinginan	13
2.2.3 Kecepatan Pendinginan pada Proses <i>Shrink Packaging</i>	14
2.2.4 Kecepatan Aliran Udara pada Proses Pendinginan <i>Shrink Wrap</i>	15
2.2.5 Stabilitas Dimensi pada Kemasan <i>Shrink Wrap</i> dan Pengaruh Waktu Pendinginan.....	16
2.2.6 ASTM D2732-14.....	17
2.2.7 ASTM D882	18
2.2.8 Thermocouple	18
2.2.9 Anemometer	19
2.2.10 Jangka Sorong	20
2.2.11 Prinsip dan Keuntungan <i>Shrink Packaging</i>	21
2.2.12 Two-Way ANOVA.....	22
2.2.13 Standar Kualitas <i>Packaging</i> Setelah Pendinginan	23
2.2.14 <i>Blower</i> yang Digunakan.....	24
2.2.15 Jenis Plastik yang Digunakan.....	24
2.2.16 Sifat Kalor Material Plastik <i>Shrink</i>	26
 BAB III METODOLOGI PENELITIAN	 28

3.1	Metodologi Penelitian	28
3.2	Observasi Lapangan	29
3.3	Studi Literatur	30
3.4	Penentuan Parameter Uji	31
3.5	Penyiapan Alat dan Bahan	31
3.6	Pelaksanaan Pengujian	32
3.7	Pengamatan Kualitas <i>Packaging</i>	38
3.8	Evaluasi Keakuratan Analisa Data	38
3.9	Kesimpulan dan Saran	39
3.10	Metode Analisa Data	39
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		41
4.1	Analisa Stabilitas Dimensi Kemasan	41
4.2.1	Hasil Pengukuran Dimensi pada Metode Manual kecepatan <i>blower</i> 4,8 m/s	43
4.2.2	Hasil Pengukuran Dimensi pada Mesin <i>Shrink Wrap</i> kecepatan <i>blower</i> 5 m/s	44
4.2.3	Hasil Pengukuran Dimensi pada Mesin <i>Shrink Wrap</i> kecepatan <i>blower</i> 10 m/s	45
4.2.4	Hasil Pengukuran Dimensi pada Mesin <i>Shrink Wrap</i> kecepatan <i>blower</i> 15 m/s	47
4.2.5	Grafik Hasil Pengukuran Dimensi Kemasan <i>Shrink Packaging</i>	48
4.2	Hasil Pengukuran Awal pada Kekuatan Beban pada Hasil <i>Shrink Wrap</i> 50	
4.2.1	Hasil Pengujian Beban Kemasan dengan Kecepatan Pendinginan 4.8 m/s pada Kemasan	50
4.2.2	Hasil Pengujian Beban Kemasan dengan Kecepatan Pendinginan 5 m/s pada Kemasan	51
4.2.3	Hasil Pengujian Beban Kemasan dengan kecepatan pendinginan 10 m/s pada Kemasan	53
4.2.4	Hasil Pengujian Beban Kemasan dengan Kecepatan Pendinginan 15 m/s pada Kemasan	54
4.2.5	Grafik Hasil Pengujian Beban Kemasan	55
4.3	Analisis Suhu pada Plastik PE	57
4.3.1	Analisis Suhu pada Kecepatan <i>Blower</i> 5 m/s	58
4.3.2	Analisis Suhu pada Kecepatan <i>Blower</i> 10 m/s	59
4.3.3	Analisis Suhu pada Kecepatan <i>Blower</i> 15m/s	60
4.3.4	Grafik Analisis Suhu pada Plastik PE	61
4.4	Hasil Tabel Pengujian Sampel pada Mesin <i>Shrink Wrap</i>	63
BAB V PENUTUP		66
5.1	Kesimpulan	66
5.2	Saran	67
DAFTAR PUSTAKA		69
LAMPIRAN		71

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. 1 Pengujian kekuatan tarik pada kemasan sebelum menggunakan mesin	2
Gambar 1. 2 Tampak depan gedung PT Bihar Sejahtera Mandiri.....	3
Gambar 1. 3 Ruang produksi dan penyimpanan galon air minum 19 liter	3
Gambar 1. 4 Proses pengemasan manual botol menggunakan <i>heat gun</i>	4
Gambar 1. 5 Hasil produk	4
Gambar 2. 1 Thermocouple (Britania.com, 2026)	19
Gambar 2. 2 Anemometer (Indonusatekno.com,2025).....	20
Gambar 2. 3 Jangka Sorong (Kumparan.com, 2021)	21
Gambar 3. 1 Diagram alir	28
Gambar 3. 2 Persiapan pada sampel dan pengukuran sampel.....	32
Gambar 3. 3 Proses pemanasan pada kemasan	33
Gambar 3. 4 Pengaturan pada <i>blower</i> pendingin	33
Gambar 3. 5 Proses pendinginan pada kemasan	34
Gambar 3. 6 Pengukuran kemasan setelah proses <i>shrink packaging</i>	34
Gambar 3. 7 Proses uji kekuatan kemasan.....	35
Gambar 3. 8 Pencatatan data	35
Gambar 4. 1 Pengukuran Dimensi pada Kemasan	42
Gambar 4. 2 Grafik Dimensi Kemasan <i>Shrink Wrap</i>	49
Gambar 4. 3 Hasil Pengujian Beban Kemasan	51
Gambar 4. 4 Grafik Hasil Pengujian Beban Kemasan <i>Shrink Wrap</i>	56
Gambar 4. 5 Suhu Kemasan Setalh Pemansan.....	58
Gambar 4. 6 Hasil Pengukuran Suhu pada Kemasan.....	59
Gambar 4. 7 Hasil Pengukuran dengan kecepatan <i>Blower</i> 15m/s.....	60
Gambar 4. 8 Grafik Hasil Pengukuran Suhu Kemasan	62

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3. 1 Peralatan yang diperlukan.....	31
Tabel 3. 2 Bahan – bahan yang diperlukan.....	32
Tabel 4. 1 Hasil Pengukuran Dimensi	48
Tabel 4. 2 Tabel Hasil Pengujian Beban Kemasan	55
Tabel 4. 3 Hasil Analisis Suhu pada Kemasan	61
Tabel 4. 4 Tabel ANOVA	64

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

Notasi:

m = massa kemasan (kg)

g = percepatan gravitasi ($9,81 \text{ m/s}^2$)

h = ketinggian jatuh (m)

Q = laju perpindahan panas (W atau J/s)

h = koefisien perpindahan panas konveksi ($\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$ atau $\text{kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$)

A = luas permukaan yang terpapar fluida (m^2)

T_s = suhu permukaan (misalnya suhu *film* plastik setelah pemanasan)

T_f = suhu fluida jauh dari permukaan (suhu udara ambient atau udara *blower*)

Σ = Skala setiap sampel

n = Jumlah sampel

Singkatan:

PVC = *Polyvinyl Chloride*

PE = *Polyethylene*

HDPE = *High-Density Polyethylene*

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Dokumentasi Pengujian
- Lampiran 2. Lembar Rekomendasi Seminar Skripsi
- Lampiran 3. Desain Alat
- Lampiran 4. Lembar Kesepakatan Bimbingan
- Lampiran 5. Surat Mitra
- Lampiran 6. Tanda Terima Pengumpulan Sempro
- Lampiran 7. Lembar Bimbingan