**SKRIPSI**

**ANALISA PENGARUH VARIASI TEKANAN DAN TEMPERATUR TERHADAP PENYIMPANGAN VOLUME PEMBENTUKAN POLIKARBONAT PADA PROSES VACUUM FORMING DENGAN METODE TAGUCHI**

****

**Disusun oleh :**

**Nama : Mohammad Fikri Akbar**

**NIM : 1811035**

**FAKULTAS TEKNIK INDUSTRI**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S-1**

**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

**2022**

# LEMBAR PERSETUJUAN

**SKRIPSI**

**ANALISA PENGARUH VARIASI TEKANAN DAN TEMPERATUR TERHADAP PENYIMPANGAN VOLUME PEMBENTUKAN POLIKARBONAT PADA PROSES VACUUM FORMING DENGAN METODE TAGUCHI**



**Disusun Oleh :**

**Nama : Mohammad Fikri Akbar**

**NIM : 1811035**

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Mesin S-1

Dr. I Komang Astana Widi, ST, MT

NIP. P. 1030400405

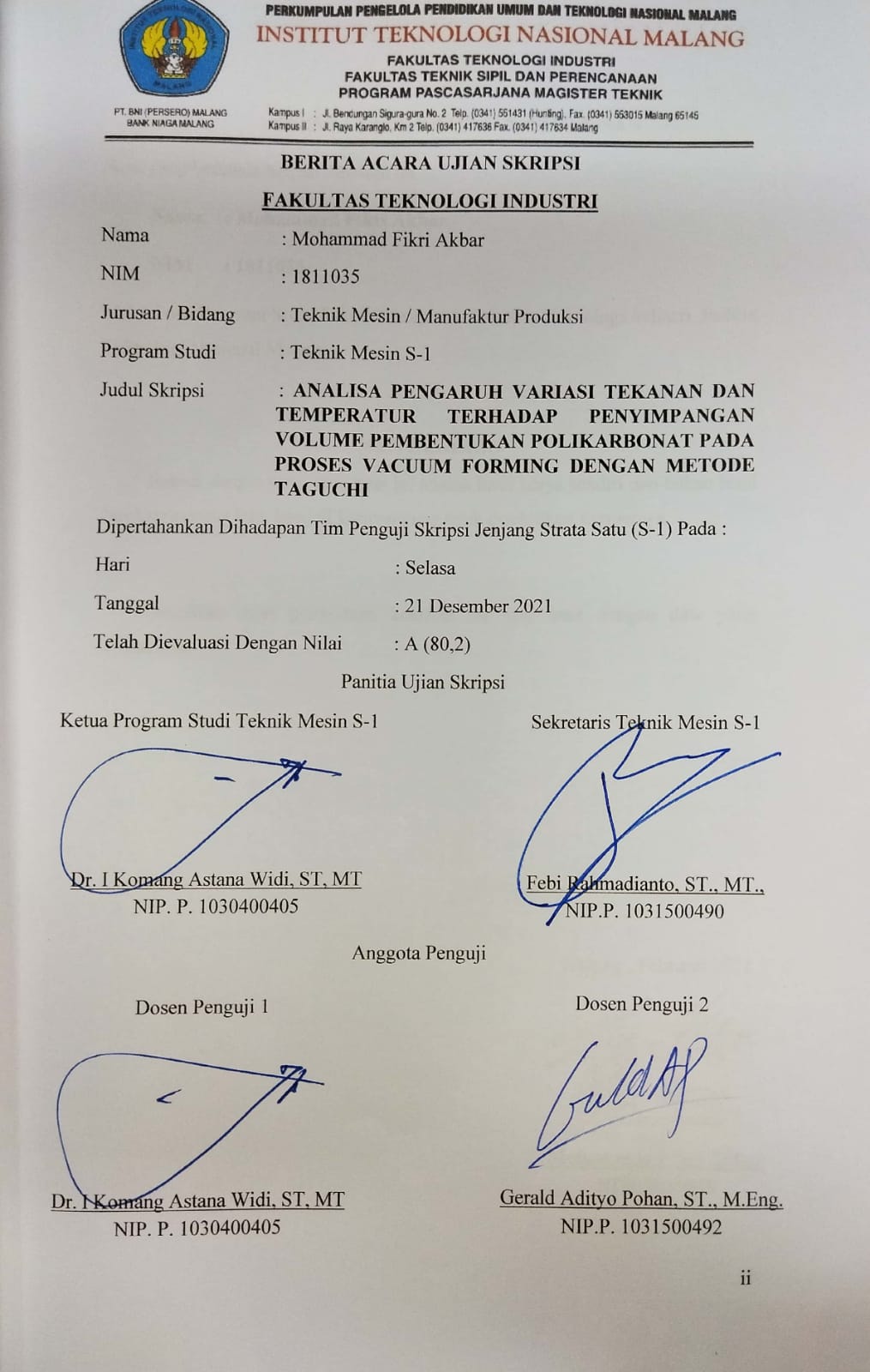
Diperiksa Dan Disetujui

Dosen Pembimbing

Febi Rahmadianto, ST., MT.,

NIP.P. 1031500490

Malang, Februari 2022



**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI**

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama : Mohammad Fikri Akbar

NIM : 1811035

Jurusan / Bidang : Teknik Mesin / Manufaktur Produksi

Program Studi : Teknik Mesin S-1

Judul Skripsi : **ANALISA PENGARUH VARIASI TEKANAN DAN TEMPERATUR TERHADAP PENYIMPANGAN VOLUME PEMBENTUKAN POLIKARBONAT PADA PROSES VACUUM FORMING DENGAN METODE TAGUCHI**

Dipertahankan Dihadapan Tim Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1) Pada :

Hari : Selasa

Tanggal : 21 Desember 2021

Telah Dievaluasi Dengan Nilai : A (80,2)

Panitia Ujian Skripsi

Ketua Program Studi Teknik Mesin S-1

Dr. I Komang Astana Widi, ST, MT

NIP. P. 1030400405

Sekretaris Teknik Mesin S-1

Febi Rahmadianto, ST., MT.,

NIP.P. 1031500490

Anggota Penguji

Dosen Penguji 1

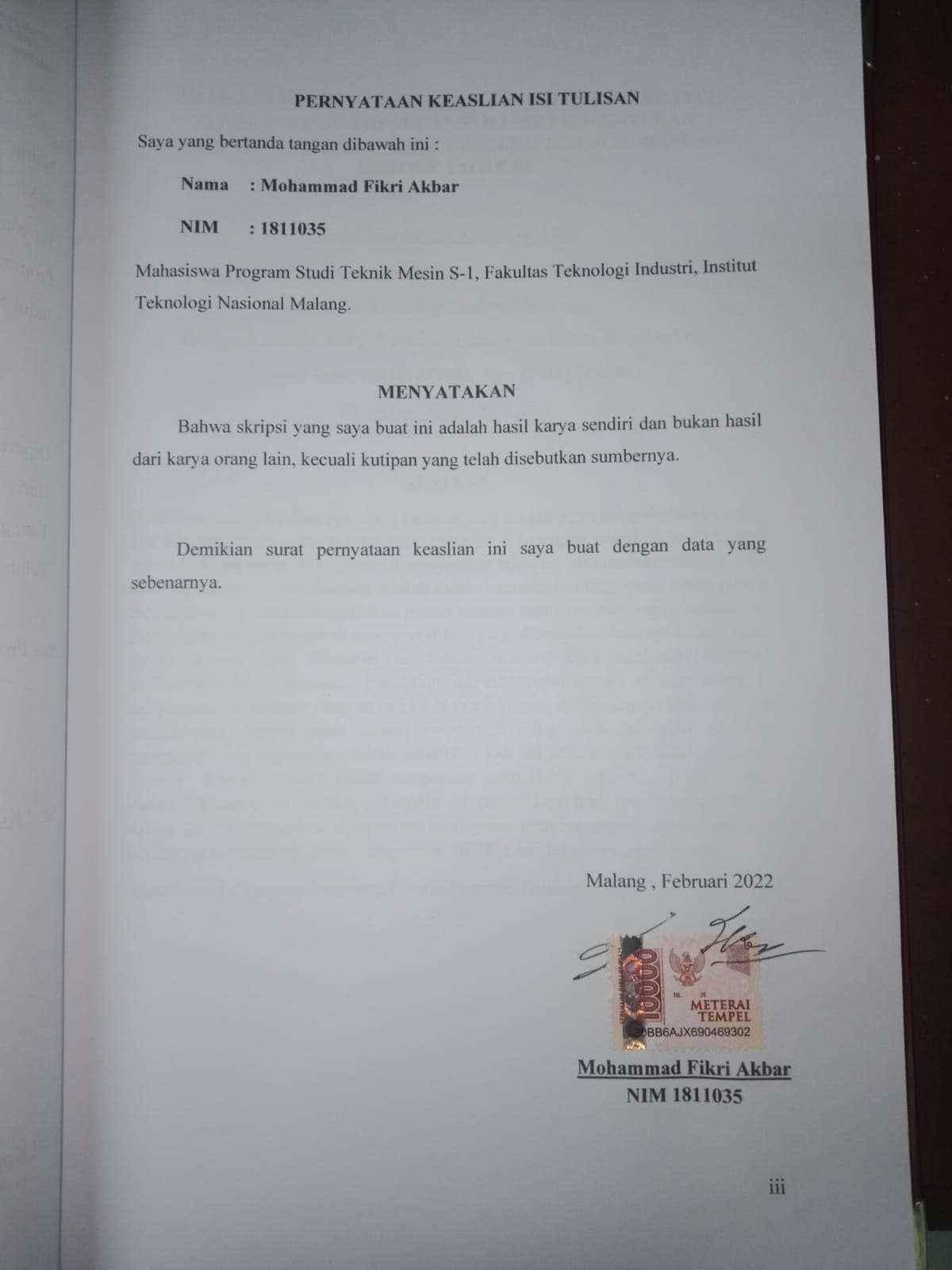
Dr. I Komang Astana Widi, ST, MT

NIP. P. 1030400405

Dosen Penguji 2

Gerald Adityo Pohan, ST., M.Eng.

NIP.P. 1031500492

**PERNYATAAN KEASLIAN ISI TULISAN**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

**Nama : Mohammad Fikri Akbar**

**NIM : 1811035**

Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin S-1, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.

**MENYATAKAN**

Bahwa skripsi yang saya buat ini adalah hasil karya sendiri dan bukan hasil dari karya orang lain, kecuali kutipan yang telah disebutkan sumbernya.

Demikian surat pernyataan keaslian ini saya buat dengan data yang sebenarnya.

Malang , Februari 2022

**Mohammad Fikri Akbar**

**NIM 1811035**

**ANALISA PENGARUH VARIASI TEKANAN DAN TEMPERATUR TERHADAP PENYIMPANGAN VOLUME PEMBENTUKAN POLIKARBONAT PADA PROSES VACUUM FORMING DENGAN METODE TAGUCHI**

**Mohammad Fikri Akbar 1811035**

Program Studi Teknik Mesin S-1, Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Nasional Malang

Jl. Raya Karanglo KM 2, Tasikmadu, Kec Lowokwaru, Kota Malang.

65143 Telp : (0341) 417636, Fax: (0341) 417636

[fikriakbar0220@gmail.com](mailto:fikriakbar0220@gmail.com)

ABSTRAK

Perkembangan teknologi di bidang industri yang sangat pesat menyebabkan supply and demand mesin industri semakin meningkat di kalangan masyarakat. Beberapa mesin industri yang dibutuhkan di masyarakat ialah mesin thermofroming. Salah satu dari mesin thermoforming adalah mesin vacuum forming, yang mana mesin thermoforming yang menggunakan proses vacuum untuk metode pembentukannya. Penggunaan polikarbonat di masyarakat luas yang disebabkan luasnya keunggulan dalam bidang sifat dibandingkan logam ataupun kaca membuat material polkarbonat lebih diminati. Penelitian ini dibataskan hanya sebatas meneliti penyimpangan volume yang terjadi pada produk yang dihasilkan dengan material polikarbonat dengan pada proses vacuum forming. Ada beberapa variabel parameter yang digunakan dalam penelitian kali ini seperti : ketebalan material 1.2mm , 1.5mm , 2mm ; variasi temperatur yaitu 165°C , 170°C , 175°C ; dan variasi tekanan yaitu -2cmHg , -4 cmHg , -6 cmHg. Dari hasil data yang diperoleh dalam proses pengujian, didapatkan hasil yaitu penyimpangan volume terkecil berada pada ketebalan 2mm ; temperatur 165°C ; dan tekanan -2cmHg.

**Kata Kunci** : Vacuum Forming, Thermoforming, Polycarbonate.

# Daftar isi

[LEMBAR PERSETUJUAN i](#_Toc95797191)

[Daftar isi v](#_Toc95797192)

[Daftar Gambar vii](#_Toc95797193)

[Daftar Tabel x](#_Toc95797194)

[KATA PENGANTAR xi](#_Toc95797195)

[BAB I](#_Toc95797196) [PENDAHULUAN 1](#_Toc95797197)

[1.1 Latar Belakang 1](#_Toc95797198)

[1.2 Rumusan Masalah 2](#_Toc95797199)

[1.3 Batasan Masalah 3](#_Toc95797200)

[1.4 Tujuan Masalah 4](#_Toc95797201)

[1.5 Manfaat Penelitian 4](#_Toc95797202)

[1.6 Sistematika Penulisan 4](#_Toc95797203)

[BAB II](#_Toc95797204) [TINJAUAN PUSTAKA 6](#_Toc95797205)

[2.1 Penelitian Terkait 6](#_Toc95797206)

[2.2 Dasar Vacuum Forming 7](#_Toc95797207)

[2.2.2 Terminologi Vakum (Vacuum) 10](#_Toc95797208)

[2.3 Rekayasa Fungsi Vacuum Forming 11](#_Toc95797209)

[2.4 Metode Vacuum Forming 12](#_Toc95797210)

[2.5 Method of Vacuum Forming a Composite 19](#_Toc95797211)

[2.6 Polikarbonat (Poly Carbonate) 22](#_Toc95797212)

[2.7 Metode Taguchi 24](#_Toc95797213)

[2.7.1 Definisi Metode Taguchi 24](#_Toc95797214)

[2.7.2 Langkah Penelitian Taguchi 26](#_Toc95797215)

[BAB III](#_Toc95797216) [METODOLOGI PENELITIAN 31](#_Toc95797217)

[3.1 Diagram Alir 31](#_Toc95797218)

[3.2 Material 33](#_Toc95797219)

[3.2.1 Polycarbonate 33](#_Toc95797220)

[3.3 Waktu dan Tempat Penelitian 33](#_Toc95797221)

[3.4 Komponen Perancangan 34](#_Toc95797222)

[3.5 Alat 35](#_Toc95797223)

[3.6 Bahan 44](#_Toc95797224)

[3.7 Desain Perancangan dan Hasil Perancangan 59](#_Toc95797225)

[3.8 Langkah Penelitian 60](#_Toc95797226)

[3.9 Pengujian Pada Material 60](#_Toc95797227)

[3.10 Langkah Pengambilan Data 63](#_Toc95797228)

[BAB IV](#_Toc95797229) [ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN 70](#_Toc95797230)

[4.1 Pengolahan Data Hasil Pengujian 70](#_Toc95797231)

[4.2 Data Hasil Penyimpangan Volume 72](#_Toc95797232)

[4.3 Pembahasan Hasil Pengujian 76](#_Toc95797233)

[BAB V](#_Toc95797234) [KESIMPULAN DAN SARAN 77](#_Toc95797235)

[5.1 Kesimpulan 77](#_Toc95797236)

[5.2 Saran 77](#_Toc95797237)

[DAFTAR PUSTAKA 78](#_Toc95797238)

# Daftar Gambar

[Gambar 2.1. Proses vacuum forming 8](#_Toc93062581)

[Gambar 2.2. Proses Pressure Thermoforming 9](#_Toc93062582)

[Gambar 2.3. Proses Pressure Thermoforming 10](#_Toc93062583)

[Gambar 2.4. Udara yang terdapat didalam lembar plastik 11](#_Toc93062584)

[Gambar 2.5. Udara yang terdapat di dalam lembar plastik berpindah menembus membran ke bagian bawah di ruang hampa udara 12](#_Toc93062585)

[Gambar 2.6. Penampang diagram, sangat diperbesar dan tidak berskala 14](#_Toc93062586)

[Gambar 2.7. Tampak samping dari aparatur yang dengannya film semacam itu dapat diproduksi. 15](#_Toc93062587)

[Gambar 2.8. Representasi dari aparatus thermoforming vakum dimana metode penemuan dapat dipraktekkan 16](#_Toc93062588)

[Gambar 2.9. Pandangan perspektif dari suatu perwujudan yang disukai dari suatu pengisap vakum panas komposit. 20](#_Toc93062589)

[Gambar 2.10. Diagram alir yang menggambarkan operasi dari komposit hot drape sebagaimana pada gambar 2.9. 21](#_Toc93062590)

[Gambar 2.11 bahan material polikarbonat lembar 23](#_Toc93062591)

[Gambar 2.12 ketebalan lembaran polikarbonat 24](#_Toc93062592)

[Gambar 3.1 Diagram alir penelitian 31](#_Toc93062593)

[Gambar 3.2 Palu 35](#_Toc93062594)

[Gambar 3.3 Penggaris siku 36](#_Toc93062595)

[Gambar 3.4 Mesin Gerinda 37](#_Toc93062596)

[Gambar 3.5 Mesin Bor 37](#_Toc93062597)

[Gambar 3.6 Gunting 38](#_Toc93062598)

[Gambar 3.7 Tang 38](#_Toc93062599)

[Gambar 3.8 Obeng 39](#_Toc93062600)

[Gambar 3.9 Kunci T 39](#_Toc93062601)

[Gambar 3.10 Kunci Ring-pas 40](#_Toc93062602)

[Gambar 3.11 Roll Meter 40](#_Toc93062603)

[Gambar 3.12 Mesin Las 41](#_Toc93062604)

[Gambar 3.13 Mesin Gergaji Circle 42](#_Toc93062605)

[Gambar 3.14 Jangka Sorong 43](#_Toc93062606)

[Gambar 3.15 Cutter 43](#_Toc93062607)

[Gambar 3.16 Cutter Khusus 43](#_Toc93062608)

[Gambar 3.17 Holo 44](#_Toc93062609)

[Gambar 3.18 Pakan Las 45](#_Toc93062610)

[Gambar 3.19 Mata Gerinda 45](#_Toc93062611)

[Gambar 3.20 Elemen Pemanas Spiral 46](#_Toc93062612)

[Gambar 3.21 Dimmer 46](#_Toc93062613)

[Gambar 3.22 Thermostart Digital 47](#_Toc93062614)

[Gambar 3.23 Relay AC 47](#_Toc93062615)

[Gambar 3.24 Aluminium Foil 48](#_Toc93062616)

[Gambar 3.25 Plat Besi 49](#_Toc93062617)

[Gambar 3.26 Lead Screw 49](#_Toc93062618)

[Gambar 3.27 Nut 50](#_Toc93062619)

[Gambar 3.28 Motor Stepper 50](#_Toc93062620)

[Gambar 3.29 Coupler Coupling 51](#_Toc93062621)

[Gambar 3.30 Limit Switch 51](#_Toc93062622)

[Gambar 3.31 Arduino Uno 52](#_Toc93062623)

[Gambar 3.32 Kabel Printer 53](#_Toc93062624)

[Gambar 3.33 Polikarbonat 1,2mm 54](#_Toc93062625)

[Gambar 3.34 Vacuum Cleaner 55](#_Toc93062626)

[Gambar 3.35 Self tapping screw 55](#_Toc93062627)

[Gambar 3.36 Bearing 56](#_Toc93062628)

[Gambar 3.37 Negative pressure gauge 57](#_Toc93062629)

[Gambar 3.38 Double Tip Foam 57](#_Toc93062630)

[Gambar 3.39 Tali Karet 58](#_Toc93062631)

[Gambar 3.40 Mur Baut 58](#_Toc93062632)

[Gambar 3.41 Konsep Rancangan 59](#_Toc93062633)

[Gambar 3.42 polikarbonat ukuran 50cm x 50cm 64](#_Toc93062634)

[Gambar 3.43 moulding besi berukuran 4cm x 4cm 64](#_Toc93062635)

[Gambar 3.44 moulding besi di tempatkan di atas mesin vacuum 65](#_Toc93062636)

[Gambar 3.45 peletakan bahan di dalam penjepit bahan 65](#_Toc93062637)

[Gambar 3.46 penempatan polikarbonat diatas elemen pemanas 66](#_Toc93062638)

[Gambar 3.47 pemanasan material polikarbonat 66](#_Toc93062639)

[Gambar 3.48 penyetelan temperatur untuk elemen pemanas 67](#_Toc93062640)

[Gambar 3.49 indikator dari vacuum gauge 67](#_Toc93062641)

[Gambar 3.50 proses press material terhadap moulding dengan proses vacuum forming 68](#_Toc93062642)

[Gambar 3.50 produk polikarbonat hasil dari prose vacuum forming 69](#_Toc93062643)

[Gambar 4.1 Grafik Main Effects Plot for SN Ratios 74](#_Toc93062644)

[Gambar 4.2 Grafik Main Effects Plot for StDevs 75](#_Toc93062645)

[Gambar 4.3 Grafik Main Effects Plot for Means 75](#_Toc93062646)

# Daftar Tabel

[Tabel 3.1 Alat dan Bahan 35](#_Toc89234520)

[Tabel 3.2 Pengujian 61](#_Toc89234521)

[Tabel 4.1 Data Hasil Uji Penyimpangan 70](#_Toc89234522)

[Tabel 4.2 Hasil Input Data Taguchi 72](#_Toc89234523)

# KATA PENGANTAR

Segala puji serta syukur penulis panjatkan atas kehadirat Allah SWT, yang memberikan rahmat serta hidayah-Nya. Shalawat serta salam penulis panjatkan kepada Baginda Nabi Muhammad SAW beserta keluarganya dan kepada para sahabat–Nya.

Penyelesaian proposal skripsi ini tidak akan berhasil tanpa bimbingan, motivasi, dan keinginan beserta doa dari berbagai pihak yang telah membantu penulis baik secara langsung maupun tidak langsung, sehubung dengan itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE., selaku Rektor ITN Malang.

2. Dr. Ellysa Nuranti, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri ITN Malang.

3. Dr. I Komang Astana Widi, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin S-1 ITN Malang.

4. Bapak Febi Rahmadianto, ST., MT., selaku dosen pembimbing skripsi.

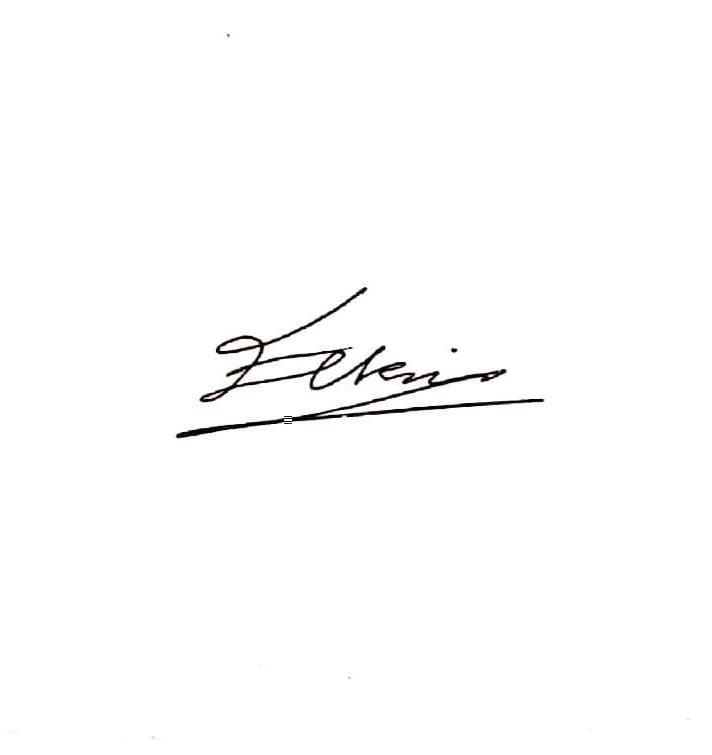
5. Bapak Ir. Mochtar Asroni, MSME., selaku dosen wali.

6. Kedua orang tua beserta keluarga, terimakasih atas doa, dukungan, dan motivasi demi terselesaikannya proposal skripsi ini.

7. Rekan sekelompok dan teman- teman Teknik Mesin S-1 yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

8. Teman- teman Mahasiswa Ikatan Malang yang telah membantu secara langsung maupun tidak secara langsung sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal ini.

Semoga proposal ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan dapat dikembangkan lagi dikemudian hari untuk penelitian selanjutnya.

Malang, November 2021

Penulis