

**ANALISA PENGARUH VARIASI KETEBALAN MATERIAL,
VARIASI WAKTU PEMANASAN, DAN VARIASI TEKANAN
TERHADAP KUALITAS LEMBARAN *POLYSTYRENE* PADA
PROSES *VACUUM FORMING* DENGAN METODE TAGUCHI**

SKRIPSI



DISUSUN OLEH:

NAMA : MUHAMMAD ABID YUAN RAFI'I

NIM : 18.11.007

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2022

**ANALISA PENGARUH VARIASI KETEBALAN MATERIAL, VARIASI
WAKTU PEMANASAN, DAN VARIASI TEKANAN TERHADAP
KUALITAS LEMBARAN *POLYSTYRENE* PADA PROSES *VACUUM*
FORMING DENGAN METODE TAGUCHI**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST)
Program Studi Teknik Mesin

DISUSUN OLEH:

NAMA : MUHAMMAD ABID YUAN RAFFI

NIM : 18.11.007

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2022

LEMBAR PERSETUJUAN

Skripsi

ANALISA PENGARUH VARIASI KETEBALAN MATERIAL, VARIASI WAKTU PEMANASAN DAN VARIASI TEKANAN TERHADAP KUALITAS LEMBARAN *POLYSTYRENE* PADA PROSES *VACUUM FORMING* DENGAN METODE TAGUCHI



DISUSUN OLEH:

NAMA : MUHAMMAD ABID YUAN RAFI'I

NIM : 18.11.007

Malang, Agustus 2022

Diperiksa Dan Disetujui,
Dosen Pembimbing

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Mesin S-1



Dr. I Komang Astana Widi, ST. MT.
NIP. Y. 1030400405

Febi Rahmadianto, ST. MT.
NIP. P. 1031500490



PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NINGGA MALANG

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

Kampus I : J. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Pondok), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : J. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama : Muhammad Abid Yuan Rafi'i
NIM : 1811007
Jurusan / Bidang : Teknik Mesin / Manufaktur Produksi
Program Studi : Teknik Mesin S-1
Judul Skripsi : **ANALISA PENGARUH VARIASI KETEBALAN MATERIAL, VARIASI WAKTU PEMANASAN DAN VARIASI TEKANAN TERHADAP KUALITAS LEMBARAN *POLYSTYRENE* PADA PROSES *VACUUM FORMING* DENGAN METODE TAGUCHI**

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

Hari : Jum'at
Tanggal : 15 Juli 2022
Telah Dievaluasi Dengan Nilai : 85,5 (A)

Panitia Ujian Skripsi

Ketua Program Studi Teknik Mesin S-1

Dr. I Komang Astana Widi, ST., MT.
NIP. Y. 1030400405

Sekretaris Teknik Mesin S-1

Febi Rahmadiano, ST., MT.
NIP.P. 1031500490

Anggota Penguji

Dosen Penguji 1

Dr. I Komang Astana Widi, ST, MT.
NIP. Y. 1030400405

Dosen Penguji 2

Rosadila Febritasari, ST., MT.
NIP.P. 1032200602

PERNYATAAN KEASLIAN ISI TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : MUHAMMAD ABID YUAN RAFI'I

NIM : 1811007

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

Menyatakan

Bahwa skripsi yang saya buat ini adalah hasil karya saya 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, Agustus 2022



Muhammad Abid Yuan Rafi'i

18.11.007

LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI

Nama : Muhammad Abid Yuan Rafi'i
NIM : 1811007
Program Studi : Teknik Mesin S-1
Judul Skripsi : Analisa Pengaruh Variasi Ketebalan Material, Variasi Waktu Pemanasan, dan Variasi Tekanan Terhadap Kualitas Lembaran *Polystyrene* Pada Proses *Vacuum Forming* dengan Metode Taguchi

No	Materi Bimbingan	Waktu	Paraf
1	Pengajuan Judul Skripsi	1 Maret 2022	
2	Konsultasi Bab I	7 Maret 2022	
3	Konsultasi Bab II	15 Maret 2022	
4	Konsultasi Bab III	21 Maret 2022	
5	Pendaftaran Seminar Proposal	1 April 2022	
6	Seminar Proposal	5 April 2022	
7	Proses Rekonstruksi <i>Prototype</i>	7 April 2022	
8	Persiapan Bahan Penelitian	20 April 2022	
9	Proses Pengambilan Data	26 April 2022	
10	Konsultasi Bab IV	17 Mei 2022	
11	Konsultasi Bab V	25 Mei 2022	
12	Pendaftaran Seminar Hasil	2 Juni 2022	
13	Seminar Hasil	7 Juni 2022	
14	Pendaftaran Ujian Skripsi	13 Juli 2022	
15	Ujian Skripsi	15 Juli 2022	

LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Muhammad Abid Yuan Rafi'i
NIM : 1811007
Program Studi : Teknik Mesin S-1
Judul Skripsi : Analisa Pengaruh Variasi Ketebalan Material, Variasi Waktu Pemanasan, dan Variasi Tekanan Terhadap Kualitas Lembaran *Polystyrene* pada Proses *Vacuum Forming* dengan Metode Taguchi.

Dosen Pembimbing : Febi Rahmadianto, ST., MT.

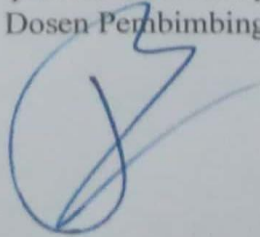
Tanggal Mengajukan Skripsi : 01 Maret 2022

Tanggal Menyelesaikan Skripsi : 15 Juli 2022

Dosen Pembimbing : Febi Rahmadianto, ST., MT.

Telah Dievaluasi Dengan Nilai : 85,5

Diperiksa dan Disetujui
Dosen Pembimbing



Febi Rahmadianto, ST., MT.
NIP. P. 1031500490

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Penelitian dan Laporan Skripsi dengan judul “Analisa Pengaruh Variasi Ketebalan Material, Variasi Waktu Pemanasan, dan Variasi Tekanan Terhadap Kualitas Lembaran *Polystyrene* pada Proses *Vacuum Forming* dengan Metode Taguchi” dengan baik dan tepat waktu. Laporan ini disusun untuk memenuhi salah satu prasyarat untuk menyelesaikan studi dan memperoleh gelar Sarjana Strata-1 pada Program Studi Teknik Mesin S-1, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.

Penyelesaian 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, sehubungan 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 wali dan pembimbing skripsi.
5. Kedua orang tua beserta keluarga, dan teman-teman, terimakasih atas doa, dukungan, dan motivasi demi terselesaikannya skripsi ini.
6. Rekan sekelompok dan teman-teman Teknik Mesin S-1 yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

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

Malang, Agustus 2022

Penulis

ANALISA PENGARUH VARIASI KETEBALAN MATERIAL, VARIASI WAKTU PEMANASAN, DAN VARIASI TEKANAN TERHADAP KUALITAS LEMBARAN *POLYSTYRENE* PADA PROSES *VACUUM FORMING* DENGAN METODE TAGUCHI

Muhammad Abid Yuan Rafi¹⁾, Febi Rahmadiano²⁾

¹⁾²⁾Program Studi Teknik Mesin S-1 Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang
Email: abidyn0612@gmail.com

ABSTRAK

Semakin meningkatnya permintaan konsumen di era modernisasi saat ini terhadap berbagai produk yang salah satu paling diminati adalah produk dengan berbahan utama plastik seperti kemasan atau wadah untuk suatu produk. Salah satu jenis plastik yaitu *polystyrene* yang telah banyak digunakan dalam kemasan maupun wadah produk karena memiliki karakteristik yang ringan, tahan lama, fleksibel, dan tahan korosi. Salah satu proses pembentukan plastik yang banyak digunakan yaitu metode *vacuum forming*. Proses pembentukan tersebut dengan cara memanaskan lembaran plastik hingga mencapai titik plastik dan kemudian akan dilakukan proses vakum yang nantinya akan membentuk sesuai cetakan. Pada penelitian ini dilakukan analisa terhadap kualitas lembaran *polystyrene* pada proses *vacuum forming* dengan menghitung variasi ketebalan material 0,5 mm, 0,7 mm, 1,0 mm ; variasi waktu pemanasan 10 detik, 15 detik, 20 detik ; dan variasi tekanan pemvakuman -4 cmHg, -6 cmHg, -8 cmHg. Pada hasil penelitian didapatkan kualitas optimal yaitu pada ketebalan material 0,5 mm, waktu pemanasan 20 detik, dan tekanan -8 cmHg.

Kata kunci: *Vacuum forming*, Kualitas, *Polystyrene*, Taguchi.

ABSTRACT

The increasing consumer demand for various products in the current era of modernization, one of which is the most popular is products made of plastic, such as packaging or product containers. Polystyrene is a type of plastic that has been widely used in product packaging and containers due to its lightweight, durability, flexibility, and corrosion resistance. The vacuum forming method is one of the most commonly used plastic forming processes. The forming process begins with heating the plastic sheet until it reaches the plastic point, followed by a vacuum process that shapes the plastic sheet according to the mold. An analysis of the quality of polystyrene sheets in the vacuum forming process was performed in this study by calculating variations in material thickness of 0.5 mm, 0.7 mm, and 1.0 mm; variations in heating time of 10 seconds, 15 seconds, and 20 seconds; and variations in vacuum pressure of -4 cmHg, -6 cmHg, and -8 cmHg. The results showed that the optimal material quality is 0.5 mm thick, 20 seconds of heating time, and pressure of --8 cmHg.

Kata kunci: *Vacuum forming*, *Quality*, *Polystyrene*, Taguchi.

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMBUNG	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	iii
BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI.....	iv
PERNYATAAN KEASLIAN ISI TULISAN.....	v
LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI	vi
LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI	vii
KATA PENGANTAR	viii
ABSTRAK	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan Penelitian.....	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	4
1.6. Sistematika Penulisan.....	4
BAB II LANDASAN TEORI	6
2.1. Penelitian Terkait	6
2.2. <i>Thermoforming</i>	6
2.3. <i>Vacuum Forming</i>	9
2.3.1. Metode Proses <i>Vacuum Forming</i>	10
2.3.2. Cacat pada proses <i>vacuum forming</i>	13
2.4. Plastik	14
2.5. Polistirene (PS).....	16
2.6. Uji Visual	17
2.7. Metode Taguchi.....	18
2.6.1. Implementasi Taguchi.....	20
2.6.2. Langkah Penelitian Metode Taguchi	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	26
3.1. Diagram Alir.....	26
3.2. Perencanaan Penelitian	27
3.3. Waktu dan Tempat Penelitian	28

3.4.	Komponen Perancangan	28
3.4.1.	Alat	29
3.4.2.	Bahan	36
3.5.	Konsep Rekonstruksi	45
3.6.	Tahapan Rekonstruksi	46
3.7.	Analisa Penentuan Karakteristik Kualitas	51
3.8.	Langkah Pengambilan Data	51
3.9.	Pengujian Pada Hasil Produk	52
3.10.	Langkah Pengambilan Data	55
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN		61
4.1.	Pengolahan Data Hasil Pengujian	61
4.2.	Data Hasil Kualitas Produk	63
4.2.1.	Data Uji Metode Taguchi	63
4.2.2.	Hasil Analisa Metode Taguchi	64
4.2.3.	Grafik Analisa Metode Taguchi	64
4.3.	Pembahasan Hasil Pengujian	65
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		67
5.1.	Kesimpulan	67
5.2.	Saran	67
DAFTAR PUSTAKA		68
LAMPIRAN		70

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Proses <i>vacuum forming</i>	7
Gambar 2.2 Proses <i>pressure forming</i>	8
Gambar 2.3 Proses <i>mechanical forming</i>	8
Gambar 2.4. Proses <i>vacuum forming</i>	10
Gambar 2.5. <i>Vacuum forming negative mold</i>	11
Gambar 2.6. <i>Vacuum forming positif mold</i>	11
Gambar 2.7. <i>Vacuum forming</i> cara kedua.....	13
Gambar 2.8. Karakteristik jenis plastik.....	15
Gambar 2.9. Kode plastik polistirene (PS).....	17
Gambar 2.10. Diagram metode Taguchi	19
Gambar 3.1. Diagram alir.....	26
Gambar 3.2. Palu.....	29
Gambar 3.3. Penggaris	29
Gambar 3.4. Mesin gerinda.....	30
Gambar 3.5. Mesin bor.....	30
Gambar 3.6. <i>Prototype vacuum forming</i>	31
Gambar 3.7. Gunting.....	31
Gambar 3.8. Tang.....	32
Gambar 3.9. Obeng	32
Gambar 3.10. Kunci T.....	33
Gambar 3.11. Kunci pas.....	33
Gambar 3.12. Cutter	34
Gambar 3.13. Mesin las	34
Gambar 3.14. Roll meter	35
Gambar 3.15. Jangka sorong.....	35
Gambar 3.16. Gergaji	36
Gambar 3.17. <i>Vacuum cleaner</i>	37
Gambar 3.18. Mata gerinda.....	37
Gambar 3.19. Elemen pemanas spiral.....	38
Gambar 3.20. <i>Aluminium foil tape</i>	38
Gambar 3.21. Mata bor	39
Gambar 3.22. <i>Polystyrene (PS)</i>	39
Gambar 3.23. Lem <i>sealant</i>	40
Gambar 3.24. Lem rajawali.....	40

Gambar 3.25. Lem besi	41
Gambar 3.26. <i>Plywood</i> triplek	41
Gambar 3.27. <i>Double tape foam</i>	42
Gambar 3.28. Kabel	42
Gambar 3.29. Terminal kabel	43
Gambar 3.30. <i>Cable ties</i>	43
Gambar 3.31. Sekrup.....	44
Gambar 3.32. Lakban hitam.....	44
Gambar 3.33. Mur dan baut	45
Gambar 3.34. <i>Prototype vacuum forming</i>	46
Gambar 3.35. Pembongkaran <i>vacuum chamber</i>	46
Gambar 3.36. Pembongkaran <i>heater</i>	47
Gambar 3.37. Mengukur area <i>vacuum chamber</i>	47
Gambar 3.38. Memotong area <i>vacuum chamber</i>	48
Gambar 3.39. Mendesain <i>plywood</i> triplek untuk area <i>vacuum chamber</i>	48
Gambar 3.40. Pemasangan <i>plywood</i> triplek.....	49
Gambar 3.41. Pemasangan <i>double vacuum cleaner</i>	49
Gambar 3.42. Pemasangan elemen pemanas 1500watt	50
Gambar 3.43. Elemen pemanas 1500 watt berjumlah 7 buah.....	50
Gambar 3.44. Uji coba mesin <i>vacuum forming</i>	51
Gambar 3.45. Pengukuran dan pemotongan lembaran <i>polystyrene</i> 500 mm x 500 mm	55
Gambar 3.46. Peletakan cetakan diatas <i>vacuum chamber</i>	55
Gambar 3.47. Menjepit lembaran <i>polystyrene</i> pada penjepit material.....	56
Gambar 3.48. <i>Setting</i> temperatur dan waktu pemanasan (a) <i>Setting</i> temperatur, (b) <i>Setting</i> waktu pemanasan	56
Gambar 4.49. Proses pemanasan lembaran <i>polystyrene</i> diatas <i>heater</i>	57
Gambar 3.50. Mengangkat penjepit ke <i>vacuum chamber</i>	57
Gambar 3.51. <i>Setting</i> tekanan pemvakuman.....	58
Gambar 3.52. Proses pemvakuman lembaran <i>polystyrene</i>	58
Gambar 3.53. Proses pendinginan lembaran <i>polystyrene</i>	59
Gambar 3.54. Melepas lembaran <i>polystyrene</i> dari penjepit material <i>polystyrene</i> 59	
Gambar 3.55. Analisa kualitas hasil lembaran <i>polystyrene</i> (a) Pengukuran dimensi dan (b) Analisa cacat dan detail kontur	60
Gambar 4.1. Grafik <i>main effects plot for means</i>	64
Gambar 4.2. Grafik <i>main effects plot for SN ratios</i>	65

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Alat dan Bahan.....	28
Tabel 3.2 Pengujian.....	53
Tabel 4.1. Data hasil pengujian.....	61
Tabel 4.2. Input data hasil metode taguchi	63