

**SKRIPSI**  
**RANCANG BANGUN DAN PENGUJIAN EJECTOR UNTUK *VACUUM***  
***PUMP* MENGGUNAKAN *NOZZLE* PROFIL PENAMPANG BINTANG**  
**DENGAN VARIASI DIAMETER HIDROLIK**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar  
Sarjana Strata Satu (S-1) Program Studi Teknik Mesin FTI  
Institut Teknologi Nasional Yogyakarta



Oleh :  
**Ipung Setiawan**  
**210018005**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S1**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL YOGYAKARTA**

**2022**

# HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi  
Program Studi Teknik Mesin S1

**RANCANG BANGUN DAN PENGUJIAN EJECTOR UNTUK VACUUM  
PUMP MENGGUNAKAN NOZZLE PROFIL PENAMPANG BINTANG  
DENGAN VARIASI DIAMETER HIDROLIK**


Oleh :

**Ipung Setiawan  
210018005**

**02 agustus 2022**

Telah disetujui oleh :


Dosen Pembimbing 1,



Dr. Daru Sugati, S.T., M.T.

NIK. 19730125

Dosen Pembimbing 2,



Dandung Rudy Hartana, S.T., M.Eng.

NIDN. 0507106802

Menyetujui,

Ketua Program Studi  
Teknik Mesin S1



Ir. Wartono, M.Eng.

NIP. 196211151994031001

## HALAMAN PENGESAHAN

### RANCANG BANGUN DAN PENGUJIAN EJECTOR UNTUK VACUUM PUMP MENGGUNAKAN NOZZLE PROFIL PENAMPANG BINTANG DENGAN VARIASI DIAMETER HIDROLIK

Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi dan Diterima

Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai

Derajat Sarjana Teknik Mesin S1

Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Nasional Yogyakarta

Pada 10 juli 2022

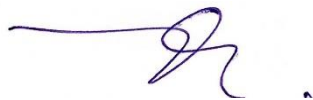
Oleh : Ipung Setiawan / 210018005

1. Dr. Daru Sugati, S.T., M.T  
Ketua Tim Penguji

2. Dandung Rudy Hartana, S.T.,M.Eng.  
Anggota Tim Penguji

3. Ir. Eka Yawara, M.T Anggota  
Tim penguji

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Teknologi Industri



Dr. Daru Sugati, S.T., M.T  
NIK.: 1973 0125

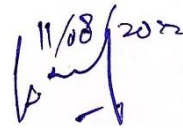
1.



2.



3.



Menyetujui,  
Ketua Program Studi  
Teknik Mesin S1



Ir. Wartono, M.Eng.  
NIP.196211151994031001



**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL YOGYAKARTA**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**  
**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S1**

---

**SOAL TUGAS AKHIR**

**No : 36/ITNY/Prodi.TM-S1/TGA/II/2021**

Nama Mahasiswa : Ipung Setiawan  
Nomor Mahasiswa : 210018005  
Soal : RANCANG BANGUN DAN PENGUJIAN EJECTOR  
UNTUK *VACUUM PUMP* MENGGUNAKAN *NOZZLE*  
PROFIL PENAMPANG BINTANG DENGAN VARIASI  
DIAMETER HIDROLIK

Yogyakarta, 10 juli 2022  
Dosen pembimbing I

Dr.Daru Sugati, S.T., M.T.  
NIK :19730125

## HALAMAN MOTTO

"Hidup ini terlalu misterius untuk kau jalani dengan terlalu serius."

"Hidup itu sederhana. Goreng, angkat, lalu tiriskan."

"Contohnya tukang parkir. Meskipun punya banyak mobil, ia tak pernah sombong karena ia tahu semua itu hanya titipan."

"Tidur larut malam dapat mengakibatkan penyakit berbahaya, yaitu kesiangan."

"Hidup itu sederhana, kita yang membuatnya sulit" (Confucius).

"Saya datang, saya bimbingan, saya ujian, saya revisi dan saya menang."

"Kehidupan adalah 10 persen apa yang terjadi terhadap Anda dan 90 persen adalah bagaimana Anda meresponnya" (Lou Holtz).

"Bagaimanapun keadaannya, hargailah kedua orang tuamu. Mereka begitu hebat hingga bisa lulus tanpa bantuan Google."

*"apapun yang terjadi tetaplah bernafas"*

## **HALAMAN PERSANTUNAN**

Kepada orang tua saya yang sangat saya cintai yaitu Ayah saya **Lamidi** dan Ibu saya **Laipin**, yang telah merawat, mendidik, mendukung, dan tak hentinya mendoakan saya selama ini

## KATA PENGANTAR

Segala pujisyukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul “RANCANG BANGUN DAN PENGUJIAN EJECTOR UNTUK VACUUM PUMP MENGGUNAKAN *NOZZLE* PROFIL PENAMPANG BINTANG DENGAN VARIASI DIAMETER HIDROLIK”.

Penulisan Skripsi ini digunakan untuk memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Teknik Mesin Institut Teknologi Nasional Yogyakarta (ITNY). Dalam penulisan Skripsi ini tidak lepas dari bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu perkenankanlah penulis untuk mengucapkan terimakasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan kesehatan, kemudahan dan kelancaran dalam berlangsungnya kehidupan saya serta mengabulkan setiap doa-doa saya
2. Orang tua saya yang selalu memberikan nasehat dan semangat, yang telah bekerja pagi, siang dan malam untuk membiayai kebutuhan saya, serta doa yang tak henti untuk saya
3. Dr. Ir. H. Ircham, M.T., selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Yogyakarta
4. Ir. Wartono, M.Eng., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin S1 Institut Teknologi Nasional Yogyakarta
5. Dr. Daru Sugati, S.T. M.T., selaku Dosen Pembimbing I
6. Dandung Rudy Hartana S.T M.Eng, selaku Dosen Pembimbing II
7. Semua pihak yang sudah membantu dalam penyelesaian Skripsi ini, seperti teman-teman TRAH KAWUS yang selalu mengingatkan untuk mengerjakan skripsi dan juga teman-teman angkatan 18

Penulis menyadari bahwa Tugas Skripsi yang telah terselesaikan ini masih jauh dari kata sempurna, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun. Semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan dapat lebih disempurnakan lagi dikemudian hari.

Akhir kata, semoga Skripsi ini dapat dijadikan referensi bagi teman-teman mahasiswa Teknik Mesin ITNY dan bagi yang memerlukan.

Yogyakarta 10 juli 2022

Penulis



Ipung Setiawan



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN SOAL TUGAS AKHIR.....	iv
HALAMAN MOTTO .....	v
HALAMAN PERSANTUNAN.....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
DAFTAR SINGKATAN .....	xviii
ABSTRAK.....	1
BAB I. PENDAHULUAN.....	2
1.1    Latar Belakang.....	2
1.2    Rumusan Masalah.....	3
1.3    Tujuan Penelitian.....	3
1.4    Batasan Masalah.....	3
1.5    Manfaat Penelitian.....	4
BAB II. TINJUAN PUSTAKA .....	5
2.1    Tinjauan Pustaka.....	5
2.2    Landasan Teori .....	6
2.2.1 <i>Fluida</i> .....	6
2.2.2 Klasifikasi Aliran <i>Fluida</i> .....	7
2.2.3 Ejector.....	9
2.2.4 Komponen utama ejector.....	9

2.2.5 Persamaan bernoulli.....	14
2.2.6 Klasifikasi ejector .....	15
2.2.7 Fenomena aliran pada ejector .....	16
2.2.8 Parameter performa <i>ejector</i> .....	20
2.2.9 Arduino Mega 2560.....	21
2.2.10 Sensor MPX5100DP.....	23
2.2.11 CoolTerm.....	24
2.2.12 Pressure Meter PS-9302.....	25
2.2.13 Ultrasonic Flowmeter TUF-2000M.....	26
2.2.14 Flow Meter MF5700.....	27
<b>BAB III. METODE PENELITIAN.....</b>	<b>28</b>
3.1 Alat dan Bahan Penelitian.....	28
3.1.1 Alat Penelitian.....	28
3.1.2 Bahan Penelitian .....	28
3.1.3 Peralatan dan Perangkat Pendukung.....	29
3.3 Tata Cara Penelitian .....	30
3.2.1 Diagram Alir Penelitian.....	30
3.2.2 Deskripsi Penelitian .....	31
3.2.3 Pembuatan Nozzle.....	32
3.2.4 Skema Pengujian .....	40
3.2.5 Pembuatan Prototype <i>Ejector</i> .....	41
3.2.6 Pembuatan alat ukur tekanan.....	45
3.2.7 Kalibrasi alat ukur tekanan.....	50
3.2.8 Prosedur pengujian .....	53
3.2.9 Pengolahan data.....	53
3.2.10 Hasil pengolahan data.....	54
<b>BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>55</b>
4.1 Hasil Pengujian.....	55
4.2 Pembahasan .....	64
4.2.1 Pengaruh Debit <i>Motive flow</i> ( $Q_m$ ) terhadap Tekanan <i>Suction</i> ( $P_s$ ).....	64
4.2.2 Pengaruh Debit <i>Suction</i> ( $Q_s$ ) terhadap Tekanan <i>Suction</i> ( $P_s$ )	65

4.2.3 Pengaruh <i>Flow Ratio</i> terhadap Efisiensi.....	66
4.2.4 Grafik <i>Pressure Profil</i> pada <i>Throat</i> dan <i>Diffuser</i> .....	67
BAB V PENUTUP.....	68
5.1    Kesimpulan .....	68
5.2    Saran .....	68
DAFTAR PUSTAKA .....	69
LAMPIRAN.....	72

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Komponen Utama Ejector.....	2
Gambar 2.1 Nozzle conical.....	5
Gambar 2.2 Nozzle kelopak.....	5
Gambar 2. 3 perbedaan liquid dan gas (Pritchard, 2011).....	6
Gambar 2. 4 Aliran laminar, turbulen, dan transisi.....	8
Gambar 2. 5 Perbedaan supersonic nozzle dan subsonic <i>diffuser</i> (White, 1979)...	9
Gambar 2. 6 Nosel konvergen dan divergen(Cengel & Cimbala, 2014).....	9
Gambar 2. 7 (Placeholder1) skema ejector dengan pressure dan velocity.....	10
Gambar 2. 8 Constant-pressure mixing ejector (Chunnanond & Ñ, 2004).....	11
Gambar 2. 9 Constant-pressure mixing ejector(Chunnanond & Ñ, 2004).....	11
Gambar 2. 10 nozzle (Jia, 2012).....	12
Gambar 2. 11 Mixing chamber(Zhang et al., 2017).....	13
Gambar 2. 12 trhoat(Zhang et al., 2017).....	13
Gambar 2. 13 <i>diffuser</i> (Zhang et al., 2017).....	13
Gambar 2. 14 dua titik disepanjang aliran.....	14
Gambar 2. 15 (a) <i>Single ejector nozzle</i> (b) <i>multi ejector nozzle</i> .....	15
Gambar 2.16 Perbandingan antara area rasio dan <i>Mach number</i> untuk <i>compressible flow</i> dengan nilai $k=1,4$ (Streeter & Wylie, 1979).....	17
Gambar 2. 17 Normal shock wave.....	18
Gambar 2. 18 perbedaan supersonic nozzle dan subsonic <i>diffuser</i> .....	20
Gambar 2. 19 notasi data yang diambil dari ejector.....	21
Gambar 2. 20 Arduino Mega 2560.....	22
Gambar 2. 21 Layout Arduino Mega 2560.....	23
Gambar 2.22 Sensor MPX5100DP.....	23
Gambar 2.23 Aplikasi CoolTerm.....	24
Gambar 2.24 Pressure Meter PS-9302.....	25
Gambar 2.25 Ultrasonic Flowmeter TUF-2000M.....	26
Gambar 2.26 posisi Transducer.....	26
Gambar 2.27 Metode W.....	27
Gambar 2.28 Flow Meter MF5700.....	27

Gambar 3. 1 Memilih jenis printer .....	33
Gambar 3. 2 Setting dimensi printer .....	34
Gambar 3. 3 Masukan nozzle yang akan dicetak .....	34
Gambar 3. 4 pilih material filament .....	34
Gambar 3. 5 setting temperatur .....	35
Gambar 3. 6 Setting layer height.....	35
Gambar 3. 7 setting speed .....	36
Gambar 3. 8 Setting retraction .....	36
Gambar 3. 9 Setting infill.....	37
Gambar 3. 10 (a) Proses bed levelling secara manual, (b) mengatur naik turunnya print bed.....	38
Gambar 3. 11 (a) Suhu bed dan nozzle, (b) Tuas pada extruder, (c) Dudukan filament, (d) Memotong ujung filament .....	39
Gambar 3. 12 (a) Tempat menyimpan SD Card, (b) nozzle sudah selesai di cetak .....	39
Gambar 3. 13 Mengamplas nozzle.....	40
Gambar 3.14 Skema Pengujian Nozzle.....	40
Gambar 3.15 (a) Memberi tanda, (b) Memotong besi .....	41
Gambar 3.16 Merakit rangka dan papan .....	42
Gambar 3.17 Pipa alumunium .....	42
Gambar 3.18 Cetakan pada ujung rumah nozzle .....	43
Gambar 3.19 Cetakan rumah nozzle .....	43
Gambar 3.20 Campuran resin, MMA, dan katalis .....	44
Gambar 3.21 Mengisi cetakan dengan resin .....	44
Gambar 3.22 Merakit ejector .....	45
Gambar 3.23 (a) penghubung ejector, (b) Saluran keluar pompa .....	45
Gambar 3.24 Proses pelubangan box .....	46
Gambar 3.25 Pemasangan conecctor 4 pin .....	47
Gambar 3.26 Pemasangan kabel tunggal .....	47
Gambar 3.27 Pemasangan arduino mega 2560 .....	48
Gambar 3.28 Pin deret L untuk penghubung ke arduino mega 2560.....	48
Gambar 3.29 Pemasangan power supply .....	49

Gambar 3.30 Pemasangan kabel stereo pada conecctor.....	49
Gambar 3.31 pemasangan white housing.....	50
Gambar 3.32 Cover sensor MPX5100DP .....	50
Gambar 3.33 Lubang untuk sesi kalibrasi.....	51
Gambar 3.34 Pemasangan Valve .....	51
Gambar 3.35 Alat untuk kalibrasi .....	52
Gambar 3.36 Pemasangan sensor MPX5100DP .....	52
Gambar 4.1 Pengaruh debit <i>motive flow</i> terhadap tekanan <i>suction</i> pada <i>nozzle</i> penampang bintang 6 mm.....	56
Gambar 4.2 Pengaruh debit <i>motive flow</i> terhadap tekanan <i>suction</i> pada bintang delapan 8 mm.....	56
Gambar 4.3 Pengaruh debit <i>motive flow</i> terhadap tekanan <i>suction</i> pada <i>nozzle</i> penampang bintang DH 10 mm.....	57
Gambar 4.4 Pengaruh debit <i>suction</i> terhadap tekanan <i>suction</i> pada <i>nozzle</i> penampang bintang DH 6mm.....	57
Gambar 4.5 Pengaruh debit <i>suction</i> terhadap tekanan <i>suction</i> pada <i>nozzle</i> penampang bintang DH 8mm.....	58
Gambar 4.6 Pengaruh debit <i>suction</i> terhadap tekanan <i>suction</i> pada <i>nozzle</i> penampang bintang DH 10mm.....	58
Gambar 4.7 Pengaruh <i>flow ratio</i> terhadap efisiensi pada <i>nozzle</i> penampang bintang dengan DH 6 mm.....	59
Gambar 4.8 Pengaruh <i>flow ratio</i> terhadap efisiensi pada <i>nozzle</i> penampang bintang dengan DH 8 mm.....	59
Gambar 4.9 Pengaruh <i>flow ratio</i> terhadap efisiensi pada <i>nozzle</i> penampang bintang dengan DH 10 mm.....	60
Gambar 4.10 <i>Pressure Profil</i> pada <i>throat</i> dan <i>diffuser</i> dengan tekanan <i>motive flow</i> 201,32 kPa pada <i>Nozzle</i> 6 mm.....	61
Gambar 4.11 <i>Pressure Profil</i> pada <i>throat</i> dan <i>diffuser</i> dengan tekanan <i>motive flow</i> 201,32 kPa pada <i>Nozzle</i> 8 mm.....	61
Gambar 4.12 <i>Pressure Profil</i> pada <i>throat</i> dan <i>diffuser</i> dengan tekanan <i>motive flow</i> 201,32 kPa pada <i>Nozzle</i> 10mm.....	62

Gambar 4.13 Pengaruh debit <i>motive flow</i> terhadap Koefisien <i>discharge Nozzle</i> pada <i>nozzle</i> penampang bintang dengan DH 6 mm.....	63
Gambar 4.14 Pengaruh debit <i>motive flow</i> terhadap Koefisien <i>discharge Nozzle</i> pada <i>nozzle</i> penampang bintang dengan DH 8 mm.....	63
Gambar 4.15 Pengaruh debit <i>motive flow</i> terhadap Koefisien <i>discharge Nozzle</i> pada <i>nozzle</i> penampang bintang dengan DH 10 mm.....	64
Gambar 4.16 pengaruh debit <i>motive flow</i> terhadap tekanan <i>suction</i> dengan tekanan <i>motive flow</i> 170,27 kPa.....	64
Gambar 4.17 pengaruh debit <i>motive flow</i> terhadap tekanan <i>suction</i> dengan tekanan <i>motive flow</i> 170,27 kPa.....	65
Gambar 4.18 Pengaruh <i>flow ratio</i> terhadap efisiensi dengan tekanan <i>motive flow</i> 170,27 Kpa.....	66
Gambar 4.19 <i>Pressure Profil</i> pada <i>throat</i> dengan tekanan <i>motive flow</i> 201,32 KPa pada <i>Nozzle</i> penampang bintang 10 mm.....	67

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 sifat aliran berdasarkan nilai mach number ( $Ma$ ) (streeter dan while,1979).....	19
Tabel 3. 1 Variasi diameter <i>Nozzle</i> penampang bintang pada Ejector.....	32
Tabel 3. 2 Form Pengambilan Data .....	53



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil data pengujian dan sensor <i>nozzle</i> penampang bintang dengan DH 6 mm pada tekanan motive flow 170,27 kPa.....	72
Lampiran 2. Hasil data pengujian dan sensor <i>nozzle</i> penampang bintang dengan DH 6 mm pada tekanan <i>motive flow</i> 201,32 kPa.....	74
Lampiran 3. Hasil data pengujian dan sensor <i>nozzle</i> penampang bintang dengan DH 6 mm pada tekanan <i>motive flow</i> 218,53 kPa.....	76
Lampiran 4. Hasil data pengujian dan sensor <i>nozzle</i> penampang bintang dengan DH 8 mm pada tekanan .....	79
Lampiran 5. Hasil data pengujian dan sensor <i>nozzle</i> penampang bintang dengan DH 8 mm pada tekanan <i>motive flow</i> 201,32 kPa.....	83
Lampiran 6. Hasil data pengujian dan sensor <i>nozzle</i> penampang bintang dengan DH 8 mm pada tekanan <i>motive flow</i> 218,53 kPa.....	89
Lampiran 7. Hasil data pengujian dan sensor <i>nozzle</i> penampang bintang dengan DH 10 mm pada tekanan <i>motive flow</i> 170,27 kPa.....	95
Lampiran 8. Hasil data pengujian dan sensor <i>nozzle</i> penampang bintang dengan DH 10 mm pada tekanan <i>motive flow</i> 201,32 kPa...	102
Lampiran 9. Hasil data pengujian dan sensor <i>nozzle</i> penampang bintang dengan DH 10 mm pada tekanan <i>motive flow</i> 218,53 kPa...	108
Lampiran 10. Hasil grafik kalibrasi pada sensor tekanan MPX5100DP...	115
Lampiran 11. Program coolTerm untuk alat ukur tekanan .....	119
Lampiran 12. Grafik <i>Pressure Profil</i> pada <i>throat</i> dan <i>diffuser</i> .....	124
Lampiran 13. Gambar perangkat pengujian .....	129
Lampiran 14. Dimensi rangka <i>Ejector pump</i> .....	130
Lampiran 15. Dimensi <i>Suction Chamber</i> .....	131
Lampiran 16. Dimensi <i>Diffuser</i> .....	132
Lampiran 17. Dimensi <i>Nozzle</i> , <i>Klem Nozzle</i> , dan pipa <i>Nozzle</i> .....	133

## DAFTAR SINGKATAN

A = Luas penampang ( $m^2$ )

a = Kecepatan suara (m/s)

Ma = Mach Number

V = Kecepatan aliran (m/s)

W = work rate, joule/s

$\rho$  = massa jenis,  $kg/m^3$

**R** = konstanta gas, joule/ $kg^\circ K$

T = temperatur,  $^\circ k$

P = tekanan, KPa abs

Q = laju volumetrik,  $m^3 /s$

E = laju energi, joule/s

$\eta$  = efisiensi

$\phi_s$  = gas flow ratio,  $Q_s/Q_m$

## ABSTRAK

*Nozzle* merupakan komponen mekanikal yang mengontrol karakteristik aliran dari *fluida*. *Nozzle* merubah energi *fluida* bertekanan tinggi menjadi energi kinetik pada proses ekspansi. Desain daripada *nozzle* memiliki peran penting dalam menciptakan kevakuman dari suatu *ejector* sendiri. Perubahan pada geometri *nozzle* dan diameternya sangat berpengaruh dalam merubah kecepatan aliran, dikarenakan terdapatnya *losses* diakibatkan oleh geometri *nozzle* berikut. Beberapa parameter yang telah dilakukan penelitian terkait dengan geometri *nozzle* maupun konfigurasi dari *nozzle* terhadap kinerja dari *ejector* diantara lain yaitu posisi dari *nozzle* terhadap *throat*, *exit tip thickness* dari *nozzle*, diameter *nozzle* dan variasi bentuk dari *exit nozzle*.

Komponen utama pada *ejector* terdiri dari *Nozzle*, *mixing chamber*, *throat*, dan *diffuser*. *Fluida* yang digunakan berupa air dan udara, sedangkan. *Nozzle* yang akan digunakan mempunyai bentuk penampang Bintang dengan variasi diameter hidrolik yaitu 6 mm, 8 mm, dan 10 mm. Ada beberapa alat ukur yang digunakan dalam pengambilan data seperti, *pressure gauge*, *vacuum gauge* dan sensor tekanan yang kemudian diolah menggunakan komputer agar mengetahui *Nozzle* mana yang efisien.

Ada beberapa alat ukur yang digunakan pada penelitian ini untuk pengambilan data seperti, *pressure gauge*, *vacuum gauge* dan sensor tekanan yang kemudian diolah menggunakan komputer agar mengetahui *nozzle* yang paling efisien.

Data dapat diolah setelah pengujian selesai dilakukan, pengolahan data diolah menggunakan software microsoft excel untuk membuat debit air terhadap efisiensi, grafik tekanan udara terhadap efisiensi dan grafik geometri *nozzle* terhadap efisiensi.

Hasil dari pengujian ini didapat *nozzle* bintang delapan dengan diameter hidrolik 8 dapat menghasilkan efisiensi lebih tinggi dibandingkan dengan *nozzle* diameter hidrolik 6 dan 10. Perolehan efisiensi tertinggi adalah 14,90% dengan tekanan *motive* 170,27 Kpa

Kata kunci : *ejector*, *nozzle*, *nozzle* penampang bintang