



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**ANALISIS PENINGKATAN EFISIENSI DAN  
PRODUKTIVITAS MESIN *CNC LASER CUTTING*  
DENGAN METODE *DATA ENVELOPMENT ANALYSIS*  
(DEA) DI PT. XYZ**

SKRIPSI  
**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**

Oleh:

**Kholina**

**NIM. 1902411004**

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN MANUFAKTUR  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA  
AGUSTUS 2023**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**ANALISIS PENINGKATAN EFISIENSI DAN  
PRODUKTIVITAS MESIN *CNC LASER CUTTING*  
DENGAN METODE *DATA ENVELOPMENT ANALYSIS*  
(DEA) DI PT. XYZ**

**SKRIPSI**

Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan  
Sarjana Terapan Program Studi Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin

Disusun Oleh:

**Kholina**

**NIM. 1902411004**

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN MANUFaktur  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

**AGUSTUS 2023**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERSETUJUAN  
SKRIPSI

**ANALISIS PENINGKATAN EFISIENSI DAN PRODUKTIVITAS MESIN  
CNC LASER CUTTING DENGAN METODE DATA ENVELOPMENT  
ANALYSIS (DEA) DI PT. XYZ**

Oleh:

Kholina

NIM. 1902411004

Program Studi Sarjana Terapan Manufaktur

Skripsi telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing 1

Hamdi, S.T., M. Kom  
NIP. 196004041984031002

Pembimbing 2

Drs., Darius Yuhas, S.T., M.T  
NIP. 196002271986031003

Ketua Program Studi Manufaktur  
Politeknik Negeri Jakarta

Muhammad Prasha Risfi Silitonga, M.T  
NIP. 199403192022031006





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PENGESAHAN  
SKRIPSI

ANALISIS PENINGKATAN EFISIENSI DAN PRODUKTIVITAS MESIN  
CNC LASER CUTTING DENGAN METODE DATA ENVELOPMENT  
ANALYSIS (DEA) DI PT. XYZ

Oleh:  
Kholina  
NIM. 1902411004  
Program Studi Sarjana Terapan Manufaktur

Teah berhasil dipertahankan dalam sidang Sarjana Terapan dihadapan Dewan Penguji pada tanggal 11 Agustus 2023 dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Sarjana Terapan Manufaktur Jurusan Teknik Mesin.

DEWAN PENGUJI

No	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1	Hamdi, S.T., M.Kom. NIP. 196004041984031002	Ketua		
2	Dr., Vika Rizkia, S.T., M.T. NIP. 198608302009122001	Anggota		3/10-2023
3	Drs., R. Sugeng Mulyono, S.T., M.Kom. NIP. 196010301986031001	Anggota		3/10-2023

Depok, 11 Agustus 2023  
Disahkan oleh:  
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Eng. Ir. Muslimin, S.T., M.T., IWE.  
NIP. 197707142008121005



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Kholina  
NIM : 1902411004  
Program Studi : Sarjana Terapan Manufaktur

Menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam Laporan Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri bukan jiplakan (plagiasi) karya orang lain baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat, gagasan atau temuan orang lain yang terdapat di dalam Laporan Skripsi ini telah saya kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah.

Depok, 11 Agustus 2023



**POLITEK  
NEGERI  
JAKARTA**

Kholina  
NIM.1902411004





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

# ANALISIS PENINGKATAN EFISIENSI DAN PRODUKTIVITAS MESIN CNC LASER CUTTING DENGAN METODE DATA ENVELOPMENT ANALYSIS (DEA) DI PT. XYZ

Kholina<sup>1)</sup>, Hamdi<sup>1)</sup>, Darius Yuhans<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Program Studi Sarjana Terapan Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI, Depok, 16425.

Email : [kholina.tm19@mhs.w.pnj.ac.id](mailto:kholina.tm19@mhs.w.pnj.ac.id)

## ABSTRAK

Pengukuran efisiensi dan produktivitas sangat penting bagi perusahaan untuk memperoleh keberhasilan proses produksi. PT. XYZ belum ada metode pengukuran efisiensi dan produktivitas yang dilakukan untuk mesin CNC laser cutting serta terganggunya produksi bahkan pemberhentian produksi karena mesin mengalami kerusakan. Mesin-mesin tersebut memerlukan pengukuran efisiensi dan produktivitas untuk mengevaluasi dalam pengelolaan faktor produksi. Oleh karena itu, dalam penelitian ini dilakukan analisis untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas mesin CNC Laser Cutting dengan menerapkan metode Data Envelopment Analysis (DEA). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi efisiensi dan produktivitas mesin CNC Laser Cutting serta memberikan rekomendasi perbaikan untuk peningkatan kinerja yang lebih baik. Metode yang digunakan adalah metode Data Envelopment Analysis (DEA). Sedangkan faktor-faktor produksi yang dianalisis adalah jam operasional, material, tenaga kerja dan total produksi. Hasil dari penelitian menggunakan metode Data Envelopment Analysis (DEA) dengan bantuan software Win4DEAP yaitu mesin yang memiliki tingkat efisiensi tinggi ialah DMU 3 (mesin 3) dengan nilai rata-rata efisiensi dalam lima bulan yaitu 0.969 atau 96.9%. Untuk mesin yang memiliki tingkat efisiensi paling rendah yaitu DMU 5 (mesin 5) dengan nilai rata-rata efisiensi yaitu 0.652 atau 65.2%. Penyebab dari penurunan efisiensi dan produktivitas mesin tersebut yaitu ada 4 faktor yakni faktor mesin, faktor manusia, faktor material, dan faktor metode.

**Kata kunci :** Produktivitas, Efisiensi, Mesin CNC Laser Cutting, Data Envelopment Analysis.



# ANALISIS PENINGKATAN EFISIENSI DAN PRODUKTIVITAS MESIN CNC LASER CUTTING DENGAN METODE DATA ENVELOPMENT ANALYSIS (DEA) DI PT. XYZ

Kholina<sup>1)</sup>, Hamdi<sup>1)</sup>, Darius Yuh<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Program Studi Sarjana Terapan Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI, Depok, 16425.  
Email : [kholina.tm19@mhs.w.pnj.ac.id](mailto:kholina.tm19@mhs.w.pnj.ac.id)

## ABSTRACT

*Measurement of efficiency and productivity is very important for companies to obtain the success of the production process. PT. XYZ has no method of measuring efficiency and productivity for CNC laser cutting machines and production disruptions and even production stops because the machine is damaged. These machines require efficiency and productivity measurements to evaluate in the management of production factors. Therefore, in this study an analysis was carried out to increase the efficiency and productivity of CNC Laser Cutting machines by applying the Data Envelopment Analysis (DEA) method. The purpose of this study is to identify factors that affect the efficiency and productivity of CNC Laser Cutting machines as well as provide improvement recommendations for better performance improvement. The method used is the Data Envelopment Analysis (DEA) method. While the production factors analyzed are operating hours, materials, labor and total production. The results of the study using the Data Envelopment Analysis method with the help of Win4DEAP software are machines that have a high level of efficiency are DMU 3 (machine 3) with an average value of efficiency in five months of 0.969 or 96.9%. For machines that have the lowest level of efficiency, namely DMU 5 (machine 5) with an average efficiency value of 0.652 or 65.2%. The cause of the decrease in machine efficiency and productivity is that there are 4 factors, namely machine factors, human factors, material factors and method factors.*

**Keywords :** Productivity, Efficiency, CNC Laser Cutting Machine, Data Envelopment Analysis.

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat, Karunia dan Hidayah-Nya kepada kita sebagai Hamba-Nya, serta Shalawat dan Salam selalu terlimpahkan kepada Rasulullah Muhammad Shalallahu ‘Alaihi Wassalam sebagai tauladan dalam kehidupan kita.

Dengan segala usaha, kerja keras, dan doa yang telah dilakukan, akhirnya dapat terselesaikan Skripsi dengan judul “**Analisis Peningkatan Efisiensi Dan Produktivitas Mesin CNC Laser Cutting Dengan Metode Data Envelopment Analysis (DEA) Di PT. XYZ**”. Selama proses pembuatan Skripsi ini banyak menerima bantuan, bimbingan dan pengarahan yang diterima dari berbagai pihak, sehingga pada kesempatan ini penulis ingin berterima kasih yang sebesar-besarnya diucapkan kepada :

1. Bapak Dr. Eng. Ir. Muslimin, S.T., M.T., IWE selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta
2. Bapak Hamdi, S.T., M. Kom dan Bapak Drs., Darius Yuhas, S.T., M.T selaku dosen pembimbing I dan II yang membimbing dan selalu memberikan ilmunya serta arahnya sehingga penulis dapat mengerjakan skripsi ini dengan baik.
3. Bapak Muhammad Prasha Risfi Silitonga, M.T., selaku Ketua Program Studi Manufaktur Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta yang telah memberikan bantuan dalam mengarahkan dalam pelaksanaan skripsi ini.
4. Seluruh dosen yang telah memberikan ilmu pengetahuan selama penulis menjalankan perkuliahan di Politeknik Negeri Jakarta
5. Orang tua yang selalu memberikan dukungan secara moril dan materil serta doa yang tiada putus-putusnya.
6. Pak Nazwir, Pak Fathur, Pak Sukmo, dan seluruh karyawan PT XYZ yang telah membantu dalam pengumpulan data pada skripsi ini.
7. Teman-Teman yang selalu memberikan dukungan dan memberikan masukan dalam penyusunan laporan ini.





**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

8. Seluruh pihak yang membantu penulis dalam mengerjakan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu per-satu.
9. *Last but not least, I wanna thank me, for believing in me, for doing all this hard work, for having no days off, for never quitting, for just being me at all times.*

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki kekurangan dalam berbagai aspek karena keterbatasan ilmu dan pengetahuan yang dimiliki. Oleh karena itu, kritik serta saran yang membangun akan penulis terima dengan baik. Semoga Skripsi ini dapat bermanfaat dan menjadi referensi bagi pembaca.

Bekasi, 10 Agustus 2023

Kholina



POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN .....	iii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iv
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS .....	v
ABSTRAK .....	vi
<i>ABSTRACT</i> .....	vii
KATA PENGANTAR .....	viii
DAFTAR ISI .....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR TABEL .....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan .....	3
1.5 Manfaat .....	4
1.5.1 Manfaat Teoritis .....	4
1.5.2 Manfaat Praktis .....	4
1.6 Sistematika Penulisan .....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	6
2.1 Landasan Teori .....	6
2.1.1 Efisiensi .....	6
2.1.2 Produktivitas .....	7
2.1.3 Faktor Efisiensi Dan Produktivitas .....	8
2.1.4 Mesin <i>CNC Laser cutting</i> .....	9
2.1.5 Prinsip Kerja Mesin Laser .....	10
2.1.6 <i>Data Envelopment Analysis (DEA)</i> .....	11
2.1.7 Software Win4DEAP .....	17
2.1.8 Diagram <i>Fish Bone</i> .....	20





**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.1.9	Jenis-Jenis Perawatan .....	21
2.2	Kajian Jurnal .....	22
BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....		25
3.1	Diagram Alir Penelitian .....	25
3.2	Objek Penelitian.....	27
3.3	Variabel Penelitian.....	27
3.3.1	Variabel Bebas.....	27
3.3.2	Variabel Terikat .....	27
3.4	Metode pengumpulan data.....	27
3.4.1	Observasi .....	27
3.4.2	Wawancara.....	28
3.5	Teknik Pengolahan Data.....	28
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN .....		31
4.1	Pengumpulan Data.....	31
4.2	Pengolahan Dan Analisis Data .....	34
4.3	Analisis sebab akibat .....	42
4.4	Peningkatan Efisiensi Dan Produktivitas.....	48
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		58
5.1	Kesimpulan .....	58
5.2	Saran .....	59
DAFTAR PUSTAKA .....		60



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Mesin CNC laser cutting .....	9
Gambar 2. 2 Prinsip Kerja Mesin CNC Laser Cutting.....	10
Gambar 2. 3 Software Win4DEAP .....	17
Gambar 2. 4 Spreadshet Software Win4DEAP .....	17
Gambar 2. 5 Edit DMU, input dan output pada Software Win4DEAP .....	18
Gambar 2. 6 Untuk Menambah DMU .....	18
Gambar 2. 7 Untuk menambah variabel.....	18
Gambar 2. 8 Untuk menghapus DMU/Variabel.....	18
Gambar 2. 9. Execute Software Win4DEAP .....	19
Gambar 2. 10 Kerangka Diagram Fishbone.....	20
Gambar 3. 1 Diagram alir penelitian .....	25
Gambar 3. 2 Flowchat Metode DEA.....	29
Gambar 4. 1 Spreadshet Software Win4DEAP.....	35
Gambar 4. 2 Edit DMU, input dan output pada Software Win4DEAP .....	35
Gambar 4. 3 Data bulan Januari .....	35
Gambar 4. 4 Execute Software Win4DEAP .....	36
Gambar 4. 5 Hasil efisiensi pada software Win4DEAP.....	37
Gambar 4. 6 Grafik Nilai Efisiensi Mesin CNC laser cutting.....	39
Gambar 4. 7 Grafik Nilai Efisiensi Mesin 3.....	40
Gambar 4. 8 Grafik Nilai Efisiensi Mesin 1.....	40
Gambar 4. 9 Grafik Nilai Efisiensi Mesin 2.....	41
Gambar 4. 10 Grafik Nilai Efisiensi Mesin 4.....	41
Gambar 4. 11 Grafik Nilai Efisiensi Mesin 5.....	42
Gambar 4. 12 Diagram Sebab Akibat .....	43
Gambar 4. 13 Komponen mesin CNC laser cutting yang bermasalah.....	44
Gambar 4. 14 Operator Mesin.....	44
Gambar 4. 15 Material cacat .....	45
Gambar 4. 16 Material Terbuang .....	45
Gambar 4. 17 Pengecekan mesin yang lambat.....	46





**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 4. 18 Hasil simulasi nilai perbaikan bulan Januari pada software.....	50
Gambar 4. 19 Hasil simulasi nilai perbaikan bulan Februari pada software.....	51
Gambar 4. 20 Hasil simulasi nilai perbaikan bulan Maret pada software.....	53
Gambar 4. 21 Hasil simulasi nilai perbaikan bulan April pada software.....	55
Gambar 4. 22 Hasil simulasi nilai perbaikan bulan Mei pada software.....	56





## DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Data Output Dan Input Mesin CNC Laser Cutting Bulan JANUARI .	31
Tabel 4. 2 Data Output Dan Input Mesin CNC Laser Cutting Bulan FEBRUARI	31
Tabel 4. 3 Data Output Dan Input Mesin CNC Laser Cutting Bulan MARET ....	32
Tabel 4. 4 Data Output Dan Input Mesin CNC Laser Cutting Bulan APRIL.....	32
Tabel 4. 5 Data Output Dan Input Mesin CNC Laser Cutting Bulan MEI.....	33
Tabel 4. 6 Hasil Efisiensi Mesin CNC Laser cutting .....	38
Tabel 4. 7 Rancangan Perbaikan .....	47
Tabel 4. 8 Nilai Perbaikan Input Mesin CNC Laser cutting Bulan Januari.....	48
Tabel 4. 9 Nilai Perbaikan Input Mesin CNC Laser cutting Bulan Februari.....	50
Tabel 4. 10 Nilai Perbaikan Input Mesin CNC Laser cutting Bulan Maret.....	52
Tabel 4. 11 Nilai Perbaikan Input Mesin CNC Laser cutting Bulan April.....	54
Tabel 4. 12 Nilai Perbaikan Input Mesin CNC Laser cutting Bulan Mei.....	55

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1. Gambar Mesin CNC Laser Cutting 1 .....	63
Lampiran 2. Gambar Mesin CNC Laser Cutting 2 .....	64
Lampiran 3. Gambar Mesin CNC Laser Cutting 3 .....	64
Lampiran 4. Gambar Mesin CNC Laser Cutting 4 .....	66
Lampiran 5. Gambar Mesin CNC Laser Cutting 5 .....	67





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## BAB I PENDAHULUAN

### 1. Latar Belakang

Mesin *laser cutting* banyak digunakan dalam dunia industri manufaktur untuk proses pemotongan plat logam dan pengerjaan jauh lebih cepat dibandingkan dengan mesin–mesin konvensional biasa. Laser cutting adalah teknologi yang menggunakan laser untuk memotong bahan yang berbentuk plat/lembaran. *Computer Numerically Controlled* atau sering disebut dengan mesin *CNC* adalah mesin yang dikendalikan oleh komputer dengan menggunakan bahasa numerik (memerintah informasi menggunakan kode angka, huruf dan simbol) sesuai standar ISO. Sistem kerja teknologi CNC ini lebih sinkron antara komputer dan mekanik, sehingga dibandingkan mesin perkakas sejenis, mesin CNC lebih akurat, presisi, fleksibel dan cocok untuk produksi massal [1].

Divisi Pengembangan Bisnis dan SCI (*Steel Creative Industry*) di PT. XYZ mengoperasikan 5 (lima) mesin CNC *laser cutting* dalam suatu proses manufaktur pemotongan plat baja lembaran. Type mesin CNC *laser cutting* yang ada di PT XYZ yaitu CNC Fiber *Laser Cutting Machine* 3015H. Mesin CNC *laser cutting* tersebut bekerja dengan cara mengarahkan laser berkekuatan tinggi untuk memotong material plat baja lembaran dan menggunakan pemrograman komputer untuk proses pengoperasian. Untuk menghasilkan produk yang efisien dari mesin CNC *laser cutting* tersebut memerlukan kajian tentang jam operasional, berat material, dan tenaga kerja.

PT. XYZ belum ada metode pengukuran efisiensi dan produktivitas yang dilakukan untuk mesin CNC *laser cutting* serta terganggunya produksi bahkan pemberhentian produksi karena mesin mengalami kerusakan. Dengan demikian, mesin-mesin CNC *laser cutting* tersebut memerlukan pengukuran efisiensi dan produktivitas untuk mengevaluasi PT. XYZ dalam pengelolaan faktor produksi. Salah satu cara untuk meningkatkan produktivitas mesin CNC *laser cutting* adalah dengan meningkatkan efisiensi faktor-faktor produksi yang digunakan dalam produksi mesin CNC *laser cutting*. Parameter untuk mengukur keberhasilan usaha adalah tingkat pendapatan yang diperoleh dengan cara penggunaan faktor-faktor



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

produksi secara efisien. Efisiensi diperlukan agar mendapatkan kombinasi dari penggunaan faktor-faktor produksi tertentu yang mampu menghasilkan output yang maksimal.

Peningkatan produktivitas sangat penting bagi perusahaan untuk memperoleh keberhasilan proses produksi. Pada industri manufaktur output bisa berupa produk hasil kegiatan produksi, sedangkan input bisa berupa seluruh sumber daya yang digunakan [2]. Mengukur efisiensi dan produktivitas penting dilakukan untuk mengetahui tingkat efisiensi dan produktivitas yang diterapkan oleh perusahaan menyebabkan peningkatan atau penurunan. Secara teknis efisiensi berarti kemampuan untuk melakukan pekerjaan dengan benar, atau secara matematis diartikan sebagai perhitungan rasio output (keluaran) dan atau input (masukan), atau perhitungan jumlah output yang diperoleh sebagai akibat dari penggunaan input. Oleh karena itu, dalam segala keadaan, perusahaan menginginkan efisiensinya tetap tinggi agar tercapai profitabilitas perusahaan sehingga dapat menjaga kelangsungan hidup perusahaan.

Untuk menganalisis efisiensi diperlukan suatu metode. Metode yang akan digunakan adalah metode *Data Envelopment Analysis* (DEA). Metode *Data Envelopment Analysis* dinilai cocok untuk mengatasi permasalahan ini karena metode DEA dapat memadukan banyak input dan output untuk menghitung efisiensi mesin-mesin tersebut. Metode DEA dapat menentukan apakah mesin-mesin tersebut telah efisien ataupun yang belum/kurang pada masing-masing periode.

Metode *Data Envelopment Analysis* (DEA) saat ini semakin populer untuk mengukur produktivitas dan efisiensi di berbagai sektor manufaktur. Seperti Pada penelitian Liveone Anugrah Gusti (2019) untuk analisis tentang pengukuran produktivitas mesin CNC milling digunakan metode DEA. Begitu juga Muhamad Azhar Nor Sabli (2019) menerapkan metode DEA untuk mengidentifikasi efisiensi industri manufaktur plastik di Malaysia. Nur Farida (2020) menganalisis produktivitas mesin multi block SB 306 dengan menggunakan metode DEA.

DEA mengukur efisiensi dengan banyak masukan (input) dan banyak keluaran (output) [3]. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efisiensi dan

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

produktivitas lima CNC *laser cutting* yang dihubungkan dengan penggunaan faktor-faktor produksi mesin-mesin tersebut. Setelah menghitung nilai efisiensi dan produktivitas dengan software Win4DEAP. Hasil perhitungan tersebut kemudian dianalisa dan memberikan usulan perbaikan untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas dengan menggunakan fishbone diagram. Sedangkan faktor-faktor produksi yang akan dianalisis adalah jam operasional, material, tenaga kerja dan total produksi.

## 2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka permasalahan yang dihadapi adalah sebagai berikut:

1. Bagaimanakah efisiensi dan produktivitas pada lima mesin CNC *laser cutting* yang ada di PT. XYZ?
2. Bagaimanakah peran dari Metode *Data Envelopment Analysis* (DEA) bila diterapkan pada lima mesin CNC *laser cutting* yang ada di PT. XYZ?
3. Mesin CNC *laser cutting* manakah yang memiliki tingkat efisiensi dan produktivitas tinggi dan mesin CNC *laser cutting* mana yang memiliki tingkat efisiensi dan produktivitas rendah?

## 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dilakukan agar penelitian tidak melebar. Batasan masalah tersebut adalah :

1. Penelitian dilakukan pada mesin CNC *laser cutting* yang ada di PT. XYZ
2. Penelitian menggunakan metode *Data Envelopment Analysis*.
3. Data-data penelitian berupa input dan output bulan Januari 2023- Mei 2023 dari mesin CNC *laser cutting*.

## 1.4 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini, yaitu:

1. Menentukan mesin CNC *laser cutting* mana yang mempunyai nilai efisiensi dan produktivitas tertinggi dan terendah.



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2. Mengidentifikasi penyebab dari rendahnya efisiensi dan produktivitas mesin *CNC laser cutting*.
3. Meningkatkan efisiensi dan produktivitas dari lima mesin *CNC laser cutting* yang ada di PT. XYZ

## Manfaat

### 1.5.1 Manfaat Teoritis

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menambah pengetahuan dan dapat memperdalam kajian analisis mengenai efisiensi dan produktivitas PT. XYZ menggunakan pendekatan *Data Analysis Envelopment* (DEA) serta menjadi bahan referensi bagi penelitian selanjutnya.

### 1.5.2 Manfaat Praktis

Manfaat yang didapat dari penelitian ini, antara lain :

1. Bagi Penulis, Untuk mengembangkan ilmu yang didapat dari bangku kuliah secara teori dengan kenyataan yang ada di perusahaan, Untuk memberikan pengalaman bagi penulis dalam penelitian di lapangan.
2. Bagi Perusahaan, mengetahui kondisi tingkat efisiensi dan produktivitas mesin *CNC laser cutting* sebagai bahan evaluasi bagi perusahaan, sehingga diharapkan penelitian ini menjadi sumbangan pemikiran bagi perusahaan dalam mengelola faktor-faktor produksinya.
3. Bagi Politeknik Negeri Jakarta, penelitian ini diharapkan dapat menambah keberagaman penelitian di perpustakaan sebagai bahan bacaan maupun sebagai referensi untuk mahasiswa atau pihak yang berkepentingan.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah penulisan dan pembahasan yang runtut dan sistematis, maka berikut uraian sistematika penulisan yang terdiri dari lima bab, yaitu:

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## **BAB I PENDAHULUAN**

Menguraikan tentang dasar serta permasalahan yang akan dibahas. Dalam bab ini berisi latar belakang, rumusan masalah, batasan penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab ini dijelaskan kajian pustaka yang terdiri dari tinjauan teoritis yang memuat teori-teori yang mendukung penelitian baik skala nasional maupun internasional. Teori yang digunakan yaitu, produktivitas, efisiensi, mesin laser, metode *Data Envelopment Analysis*, Software Win4DEAP, Diagram *Fish Bone*, serta tinjauan pustaka yang memuat penelitian penelitian terdahulu.

## **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Menguraikan mengenai tahapan penelitian yang diantaranya menguraikan tentang objek penelitian, variabel penelitian, metode pengumpulan data serta teknik pengolahan data. Pada bab ini juga memuat diagram alir penelitian dan penjelasan diagram alir penelitian.

## **BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

Bab ini membahas proses data serta hasil penelitian yang diperoleh dari metode seperti yang disajikan pada bab III. Dalam bab ini akan diulas mengenai analisis dan hasil dari penghitungan efisiensi antara input dan output dari mesin *CNC laser cutting* dengan menggunakan metode *Data Envelopment Analysis* (DEA).

## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab ini merupakan bagian penting yang menjelaskan kesimpulan dari analisis data dan pembahasan. Selain itu juga berisi saran-saran yang direkomendasikan kepada pihak tertentu.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian analisis peningkatan efisiensi dan produktivitas mesin CNC *laser cutting* dengan metode *Data Envelopment Analysis* (DEA) di PT. XYZ yang telah dilakukan, maka kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

1. Dari hasil perhitungan dan analisis dengan Metode *Data Envelopment Analysis* (DEA) menggunakan software Win4DEAP menunjukkan bahwa dari ke lima mesin CNC *Laser cutting* di PT. XYZ yang memiliki tingkat efisiensi tinggi ialah DMU 3 (mesin 3) dengan nilai rata-rata efisiensinya yaitu 0.969 atau 96.9%. Untuk mesin yang memiliki tingkat efisiensi paling rendah yaitu mesin 5 dengan nilai rata-rata efisiensinya yaitu 0.652 atau 65.2%.
2. Penyebab dari penurunan efisiensi dan produktivitas mesin CNC *Laser cutting* yaitu ada 4 faktor yakni faktor mesin, faktor manusia, faktor material, dan faktor metode. Untuk faktor mesin yang mempengaruhi adalah mesin breakdown karena kurangnya perawatan. Dari faktor manusia adalah operator tidak fokus sehingga terjadi set up yang tidak sempurna. Faktor material yang mempengaruhi adalah jika material yang cacat dapat menyebabkan hasil potongan mesin menjadi tidak sempurna. Dari faktor metode yang mempengaruhi adalah pengecekan tidak berjalan mengakibatkan mesin tersebut macet.
3. Untuk peningkatan efisiensi dan produktivitas mesin CNC *Laser cutting* yaitu dengan cara perbaikan, yaitu memberikan perawatan terjadwal, mengontrol indikator mesin lebih teliti, melakukan pemeriksaan material kualitas sebelum produksi, lalu dibuat jadwal monitoring dan perkembangan kondisi mesin yang mengalami rawan masalah. Selain itu untuk peningkatan efisiensi mesin CNC *laser cutting* dilakukan juga usulan perbaikan dari software Win4DEAP terhadap DMU yang mengalami inefisien dengan memperbaiki input dari masing – masing DMU. Setelah melakukan simulasi pada software Win4Deap. Nilai perbaikan input tersebut berhasil meningkatkan efisiensi teknis. Nilai

efisiensi teknis yang dihasilkan adalah sebesar 1 atau 100% yang berarti efisien. Menandakan bahwa nilai perbaikan telah berdampak positif terhadap efisiensi teknis PT XYZ.

## 5.2 Saran

Berdasarkan penelitian analisis peningkatan efisiensi dan produktivitas mesin CNC *laser cutting* dengan metode *Data Envelopment Analysis* di PT. XYZ yang telah dilakukan, maka saran yang diberikan yakni :

1. Diharapkan PT XYZ untuk lebih meningkatkan perawatan pada mesin-mesin yang menunjang kegiatan produksi di Divisi SCI khususnya perawatan pada mesin CNC *laser cutting* guna mengurangi resiko kerusakan mesin yang akan menimbulkan dampak penurunan produksi pada Mesin CNC Laser Cutting di Divisi SCI, serta untuk menunjang kinerja hasil produksi.
2. Untuk penelitian selanjutnya periode yang akan yang diteliti hendaknya lebih panjang lagi mungkin bisa sampai 12 bulan.

POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta







Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengummikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. Halim, E. Budiyanto, M. Metro Jl Ki Hajar Dewantara, dan A. Kota Metro, “Analisa kerja mesin CNC laser cutting CO2 2 Axis berbasis MACH3 pada variasi pemotongan,” vol. 3, no. 1, hlm. 2022.
- [2] A. Rahman dan S. Perdana, “Perhitungan Produktivitas Mesin Perfect Binding (Yoshino) Dengan Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) Pada PT. XYZ,” 2018.
- [3] S. Mazumder, G. Kabir, M. Ahsan Akhtar Hasin, dan S. M. Ali, “Productivity benchmarking using analytic network process (Anp) and data envelopment analysis (dea),” *Big Data and Cognitive Computing*, vol. 2, no. 3, hlm. 1–14, Sep 2018, doi: 10.3390/bdcc2030027.
- [4] Selvia Rustyani, “Measurement Of Efficiency And Productivity Of Amil Zakat Institutions In Indonesia By Using Data Envelopment Analysis Methods And Malmquist Productivity Index.”, vol 6 No. 2, 2019.
- [5] L. Ini, D. Untuk, M. Salah, S. Syarat, dan M. Gelar, “Metode Data Envelopment Analysis (DEA) (Studi Kasus PT. UTAMA CORE ALBASIA),” 2022.
- [6] M. Panjaitan, “Pengaruh Lingkungan Kerja Terhadap Produktivitas Kerja Karyawan.” *Jurnal Manajemen* Vol 3. No. 2, p. 1-5, 2017 [Daring]. Tersedia pada: <http://ejournal.lmiimedan.net/index.php/jm/article/view/7/7>
- [7] Sri Wahyuningsih, “Pengaruh Lingkungan Kerja Terhadap Produktivitas Kerja”. *Jurnal Warta Edisi*: 57, 2018.
- [8] Padang, Eka Datu. “Pengukuran Produktivitas Di Pt. X Menggunakan Metode Data Envelopment Analysis (Dea)”. Diss. UAJY, 2017.
- [9] A. Dianponti, P. Kurnia, A. Bahauddin, dan R. Ekawati, “Usulan Peningkatan Efisiensi Dan Produktivitas Mesin Boiler Dengan Metode Data Envelopment Analysis Dan Malmquist Productivity Index Di PT. X.”
- [10] Dwi Putra, “*Pengukuran Efisiensi Produktif Dwi Putra Darmawan*”. Yogyakarta. 2016
- [11] A. Filardo, N Priyo, dan Aang Kunaifi, “Penerapan Data Envelopment Analysis dalam Pengukuran Efisiensi Retailer Produk Kendaraan Merek Toyota”, 2017.
- [12] N. Made Sudri, L. Theresia, Y. Widianty, J. Raya Puspiptek, K. Tangerang Selatan, dan P. Banten, “Meningkatkan Efisiensi Proses Produksi Pada Industri Tekstil Dengan Data Envelopment Analysis Increasing Textile

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengummikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Industry Production Process Efficiency With Data Development Analysis.” *IPTEK*, vol. 3 no.2, 2019.
- [13] M. Dan dan D. Abdullah, “Prototipe Aplikasi Penerapan Metode DEA Untuk Pengukuran Efisiensi Kinerja Pendidikan Sekolah Menengah Atas Negeri Di Kabupaten Aceh Utara,” *Industrial Engineering Journal*, vol. 8, no. 2, 2019.
- [14] B. Winarni dan T. Alex, “Aplikasi Nanopartikel Liat terhadap Peningkatan Kualitas Kekuatan dan Keawetan Kayu Sengon,” *Buletin Poltanesa*, vol. 23, no. 1, hlm. 196–202, Jun 2022, doi: 10.51967/tanesa.v23i1.1260.
- [15] A. Shweli Albayatey, B. Noori, dan W. Musa, “Measuring the Efficiency of The Departments Production and operations management View project Operations and production management View project”, doi: 10.33403/rigeo.
- [16] M. I. Monoarfa, Y. Hariyanto, dan A. Rasyid, “Analisis Penyebab Bottleneck pada Aliran Produksi Briquette Charcoal dengan Menggunakan Diagram Tulang Ikan,” *Jambura Industrial Review*, vol. 1, no. 1, hlm. 2021, 2021, doi: 10.XXXXXX/jirev.vXiX.XX-XX.
- [17] B. Yuliandra dan K. A. Jaeba, “Perancangan Sistem Informasi Perawatan Mesin Pada PT XYZ.” [Daring]. Tersedia pada: <http://journal.unpar.ac.id/index.php/jrsi/index>
- [18] L. Anugrah Gusti dan N. Aini Susanti, “Analisa Pengukuran Produktivitas Mesin CNC Milling Dengan Menggunakan Metode Data Envelopment Analysis Di PT. PAL INDONESIA.”
- [19] S. Mazumder, G. Kabir, M. Ahsan Akhtar Hasin, dan S. M. Ali, “Productivity benchmarking using analytic network process (Anp) and data envelopment analysis (dea),” *Big Data and Cognitive Computing*, vol. 2, no. 3, hlm. 1–14, Sep 2018, doi: 10.3390/bdcc2030027.
- [20] N. Farida dan W. D. Kurniawan, “Analisa Peningkatan Produktivitas Mesin Multi Block SB 306 Dengan Menggunakan Data Envelopment Analysis.”
- [21] M. Azhar, N. Sabli, M. Fahmy-Abdullah, dan L. W. Sieng, “Application of Two-Stage Data Envelopment Analysis (DEA) in Identifying the Technical Efficiency and Determinants in the Plastic Manufacturing Industry in Malaysia,” 2019. [Daring]. Tersedia pada: <http://excelingtech.co.uk/>
- [22] F. P. Akbar Zakaria dan D. Riandadari, “ANALISA PENINGKATAN PRODUKTIVITAS PENGGUNAAN MESIN PRESS DENGAN MENGGUNAKAN METODE DATA ENVELOPMENT ANALYSIS DI PT. KERAMIK DIAMOND INDUSTRIES GRESIK,” 2019.
- [23] P. Hamda, “ANALISIS NILAI OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) UNTUK MENINGKATKAN PERFORMA MESIN EXUDER DI PT PRALON,” *Jurnal Ilmiah Teknologi dan*



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritrik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengummikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

*Rekayasa*, vol. 23, no. 2, hlm. 112–121, 2018, doi: 10.35760/tr.2018.v23i2.2461.

- [24] J. Hasil Penelitian dan Karya Ilmiah *dkk.*, “Analisa Beban Kerja Mental Operator Mesin Dryer Bagian Auto Clipper dengan Metode NASA-TLX (Studi Kasus: Pt. Asia Forestama Raya),” 2018.
- [25] A. Dwi Anggono, “PREDIKSI SHRINKAGE UNTUK MENGHINDARI CACAT PRODUK PADA PLASTIC INJECTION.”
- [26] Tarmuji, “Perancangan Dan Pembuatan Alat Pengukur Getaran Mekanis Menggunakan Piezzo Electric Sensor Berbasis Arduino Mikrokontroler”. *Jurnal Emitter, Jurnal Emitter, Vol. 15 No. 02.*



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## LAMPIRAN

Lampiran 1. Gambar Mesin CNC Laser Cutting 1





**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 2. Gambar Mesin CNC Laser Cutting 2





Lampiran 3. Gambar Mesin CNC Laser Cutting 3



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Lampiran 4. Gambar Mesin CNC Laser Cutting 4



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Lampiran 5. Gambar Mesin CNC Laser Cutting 5



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta