

## Analisa Mesin Penggulung Daun Teh *Open Top Roller*(OTR) Di PTPN IV Bah Butong Sidamanik

**Darwan Edyanto Saragih<sup>1</sup>, Joni Wilson Sitopu<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Mesin Universitas Simalungun, Jalan Sisingamangaraja Barat  
Pematang Siantar, 21142

<sup>1</sup>[darwansaragih70@gmail.com](mailto:darwansaragih70@gmail.com), <sup>2</sup>[jwsitopu@gmail.com](mailto:jwsitopu@gmail.com)

### INFO ARTIKEL

### ABSTRAK

Mesin *Open Top Roller* (OTR) merupakan mesin penggulung daun teh untuk mengeluarkan cairan sel pucuk layu dan berperan sangat penting dalam proses pengelolahan teh hijau karena menentukan kapasitas produksi dan kualitas teh yang dihasilkan. Mesin *Open Top Roller* (OTR) adalah sebuah mesin penggulung yang berguna untuk menghaluskan atau mengeluarkan cairan sel pucuk layu dengan cara menggulung daun yang sudah dilakukan selama 16-18 jam di mesin pelayuan Witehering Trough (WT). Mesin *Open Top Roleer* (OTR) yang digunakan di PTPN IV Bah Butong adalah mesin yang mempunyai type double action meja dan silinder sama-sama bergerak secara berlawanan untuk menggulung daun teh tersebut. Oleh karena itu, analisa ini dilakukan dengan tujuan mengidentifikasi hasil kinerja dari mesin penggulung *Open Top Roller* (OTR), mengevaluasi efaluasi dalam pengelolahan daun teh, serta menilai efektivitas dalam menggulung daun teh yang tergulung dan yang tidak tergulung. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa mesin mampu menggulung daun teh sebanyak 375 kg dalam sekali penggulungan atau dalam waktu 45 menit. Hal ini mengindikasikan bahwa mesin *Open Top Roller* (OTR) memiliki kemampuan yang sangat baik dalam menggulung daun teh sebanyak 89% yang tergulung dalam sekali gulungan. Hal ini memberikan kontribusi penting dalam meningkatkan produktivitas dan efisiensi dalam industri pengolahan daun teh. Mesin penggulung *Open Top Roller* (OTR) memiliki potensi besar untuk digunakan dalam skala industri yang lebih besar, sehingga dapat meningkatkan kinerja dan keuntungan industri secara berkeseluruhan.

**Kata Kunci:** Daun The; Mesin Penggulung; Efisiensi Prduksi; Daun yang Tergulung; Efektifitas.

### 1. PENDAHULUAN

Teh adalah suatu minuman yang telah dikenal secara luas di Indonesia bahkan di Dunia. Meskipun pertama sekali diperkenalkan dari Jepang pada tahun 1684, namun perkembangan teh di Indonesia tidak begitu pesat. Teh hijau merupakan jenis teh yang sangat popular diluar negri terkhusus di Cina dan Jepang karena dianggap juga sebagai teh yang berkhasiat bagi tubuh manusia untuk melawan kanker. Lalu pada

tahun 1887, teh dari Sri Langka datang kembali dan teh ini sangat cocok ditanam di Indonesia serta dengan cepat berkembang. PT. Perkebunan Nusantara Bah Butong Sidamanik adalah salah satu merupakan perusahaan yang mengelola hasil pertanian daun teh. Didalam perusahaan PTPN IV Bah Butong terdiri dari berbagai macam mesin untuk membuat sebuah teh yang berkualitas meliputi; mesin pelayuan, mesin penggulungan, mesin pengeringan,

mesin pengayakan, mesin sortasi dan mesin pengepakan dan salah satu mesin yang ada dipengulungan adalah mesin *Open Top Roller* (OTR).

Mesin *Open Top Roller* (OTR) adalah suatu mesin penggulung daun teh yang terdapat pada pabrik PT Perkebunan Nusantara IV Unit Bah Butong yang berfungsi untuk mengeluarkan cairan sel pucuk layu dengan menggulung teh pucuk layu yang telah dilakukan sebelumnya dari mesin WT[1], [2]. Untuk mengetahui tingkat keefektifan dari mesin penggulung *Open Top Roller*(OTR) maka dilakukan analisa dengan metode OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) atau metode untuk mengukur efisiensi produk suatu mesin atau peralatan, *Six Big Losses* atau faktor-faktor yang menyebabkan ketidak efisiensi mesin, dan menganalisa tingkat resiko kegagalan pada komponen mesin penggulung *Open Top Roller* (OTR) digunakan metode FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*)[3]. Artikel ini menganalisis efektivitas mesin OTR dengan metode OEE dan FMEA, serta mengidentifikasi komponen kritis seperti silinder penggulung dan poros engkol. Sehingga didapatkan nilai *Risk Priority Number* (RPN) yang tertinggi sebagai penyebab dominan kegagalan yaitu komponen Silinder penggulung, meja penggiling, Poros engkol, Elektro motor dan V-belt. Berdasarkan analisa didapat hasil perhitungan dengan nilai rata-rata availability 89.74%, performa *efficiency* 75.79%, *rate of quality product* 100% dan OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) yaitu 67.99% dan nilai Risk Priority Number (RPN) pada komponen-komponen Silinder penggulung 21, meja penggiling 105, Poros engkol 120, Elektro motor 63 dan V-belt B115. Dengan adanya analisa ini dapat dirancang pencegahan sehingga dapat mengurangi terjadinya *breakdown* (kerusakan atau keausan) pada mesin penggulung *Open Top Roller* (OTR) [4], [5].

Tabel 1. Spesifikasi Mesin OTR dan Sistem Penggerak

Spesifikasi Mesin OTR	Sistem Penggerak
Merk :TEHA	Merk : TECO
Panjang : 2700 mm	Daya : 30 HP

Mesin *Open Top Roller* memiliki pengaruh besar terhadap proses pengelolaan teh hijau, karena memiliki pengaruh besar untuk menentukan kapasitas produksi dan kualitas pembuatan dan teh yang dihasilkan [6], [7], [8]. Mesin *Open Top Roller* (OTR) menggunakan energi listrik yang besar sampai dengan 1,0582 kWh, dengan energi tersebut mesin *Open Top Roller*(OTR) dapat berputar dengan rata-rata putaran *silinder* penggulung mencapai 40 rpm dan putaran meja penggulung mencapai 36 rpm. Dari hasil analisa kinerja mesin penggulung daun teh *Open Top Roller*(OTR) tipe *double action* mendapatkan hasil rata-rata yang tergulung adalah 375 kg/jam, rata-rata daun tergulung merata adalah 89% dan daun yang hancur 2%[9], [10], [11].



Gambar 1. Proses Penggulungan Daun Teh OTR

Mesin *Open Top Roller* (OTR) menggunakan elektromotor sebagai penggerak. Daya putaran yang dihasilkan adalah 30 *Horse Power* (HP) dengan putaran 1455 RPM dengan daya tersebut maka dapat memaksimalkan dan efisiensi mesin lebih maksimal. Mesin tersebut didistribusikan menggunakan tali v-belt untuk memutar mesin penggulung bertujuan untuk menetralsikan arah putaran pada mesin TEHA / *silinder* dan meja *batten* dan bergerak memutar secara berlawanan *double action*. Laporan ini mengevaluasi kinerja mesi OTR tipe double action, termasuk kapasitas kerja, efisien energi, dan kualitas hasil gulungan [12], [13], [14].

Spesifikasi Mesin OTR	Sistem Penggerak
Bentuk Model : Horizontal	Frekuensi : 50 HZ
Diameter Silinder : 1200 mm	Putaran : 1455 Rpm
Kapasitas : 375 kg	Kilowat : 22,38 kw
Daya : 20 HP	
Putaran : 44 Rpm	
Kilowat : 14,92 kw	

Dengan adanya analisa ini dapat dirancang untuk mengurangi terjadinya breakdown pada mesin *Open Top Roller* (OTR).

Berdasarkan uraian pada latar belakang diatas, tujuan penelitian adalah :

1. Mengetahui hasil kinerja pada mesin OTR.
2. Meningkatkan efisiensi dan produktivitas pada mesin OTR.
3. Meningkatkan kualitas gulungan daun teh dengan mengoptimalkan desain dan operasional mesin.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1 Proses Analisa

Jenis analisa ini adalah **menguji mesin**, dimana penulis ini mengontrol variabel tertentu dan memanipulasinya untuk mengetahui pengaruhnya terhadap variabel lain. Proses analisa ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja mesin penggulung daun teh *Open Top Roller* dan bagaimana pengaruh variabel seperti kecepatan dan tekanan Roller mempengaruhi kualitas dan efisiensi penggulungan daun teh. Proses analisa ini menggunakan metode analisa mengontrol mesin dengan desain proses analisa yang terdiri dari dua variabel, yaitu variabel bebas (kecepatan putaran mesin) dan variabel terikat (kualitas gulungan daun teh). Analisis ini bertujuan untuk menghasilkan desain, kinerja, mekanisme kerja, kapasitas produksi, kualitas hasil penggulungan, efisiensi energi, serta aspek ekonomi dari mesin penggulung daun teh *Open Top Roller*.

### 2.2 Lokasi Tempat Analisa

**Lokasi Proses Analisa:** Analisa ini dilakukan dipabrik pengolahan teh yang berada diperkebunan teh PTPN IV Bah Butong Sidamanik dan pastinya memiliki mesin penggulung daun teh dengan sistem *Open Top Roller* yang aktif. Lokasi ini dipilih karena memiliki fasilitas yang lengkap dan

mesin penggulung yang sesuai dengan topik analisa.

**Waktu Proses Analisa:** Analisa ini dilakukan dalam jangka waktu 2 bulan, mulai dari persiapan alat dan pengaturan mesin hingga analisis data dan penyusunan laporan.

Analisa ini dilakukan di PTPN IV Bah Butong Sidamanik, pada bulan Februari 2025. Waktu analisa sudah berlangsung selama 2 bulan serta penulisan laporan tentang mesin penggulung.

### 2.3 Alat dan Bahan

#### Alat

- a. Mesin Open Top Roller (OTR)
- b. Alat pengukur kecepatan putaran (*tachometer*)
- c. Alat pengukur tekanan (*pressure gauge*)
- d. Alat pengukur suhu (*thermometer*)
- e. Alat pengukur kelembaban (*hygrometer*)
- f. Kamera untuk merekam proses penggulungan.
- g. Alat pengukur kualitas gulungan daun teh (*texture analyzer*)

#### Bahan

- a. Daun teh pucuk layu
- b. Daun teh kering
- c. Minyak pelumas untuk mesin OTR
- d. Bahan pengemas untuk gulungan daun teh
- e. Kertas atau buku untuk merekam data

#### Perangkat Lunak

- a. Software untuk analisis data (SPSS, Excel, dll.)
- b. Software untuk desain eksperimen (*Design Expert*, dll.)
- c. Software untuk simulasi proses penggulungan (*Simulink*, dll.)

Dengan demikian, alat dan bahan yang digunakan dalam analisa tentang mesin *Open Top Roller* dapat membantu dalam mengumpulkan data, menganalisis data, dan

menarik kesimpulan tentang kinerja mesin OTR.



Diagram 1. Prosedur penelitian

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Mesin penggulungan dan teh tipe OTR merupakan mesin yang digunakan pada tahap penggulungan dalam proses pengolahan teh hijau maupun teh hitam. Mesin ini bekerja dengan sistem tekanan dan rotasi, dimana daun teh yang mengalami proses pelayuan digulung agar sel-sel daun pecah sehingga memacu proses oksidasi.

Hasil data mesin penggulung daun teh *Open Top Roller* dapat dilihat pada tabel 2 berikut:

Tabel 2. Hasil data mesin penggulung daun teh Open Top Roller

NO	Variabel	Nilai Rata-Rata
1	Kecepatan Putaran (rpm)	44
2	Kapasitas Mesin (kg/jam)	375
3	Efisiensi Mesin (%)	85
4	Kualitas Gulungan Daun Teh (%)	89
5	Kilowat (kw)	14,92
6	Durasi Gulungan (m)	45

#### 1. Kecepatan Putaran (n)

$$n = \frac{(60 \times Q)}{(\pi \times D \times L)}$$

- n = kecepatan putaran (rpm)
- Q = kapasitas mesin (kg/jam)
- D = diameter roller (m)

- L = panjang roller (m)

#### 2. Kecepatan Linear (v)

$$V = \frac{(\pi \times D \times n)}{60}$$

(*The Complate Book on Cultvation and Manufacture*)

- v = kecepatan linear (m/s)
- D = diameter roller (m)
- n = kecepatan putaran (rpm)
- $\pi$  = pembulatan hingga 4 desimal

#### 3. Momen Gaya (T)

$$T = \frac{(F \times R)}{(2 \times \pi)}$$

(*Archimedes, On the Equilibrium of Planes* hal 6,7)

- T = momen gaya (Nm)
- F = gaya tekan (N)
- R = jari-jari roller (m)

#### 4. Daya (P)

$$P = \frac{T \times n}{60}$$

(*Engineering Mechanis* hal 300-350)

- P = daya (W)
- T = momen gaya (Nm)
- n = kecepatan putaran (rpm)

#### Kecepatan putaran mesin otr

$$V = \frac{(\pi \times D \times n)}{60}$$

Penyelesaian;

$$V = \frac{3,1416 \cdot 1,2 \cdot 44}{60} = \frac{165,753}{60} = 2,7625 \text{ m/s}$$

Maka kecepatan linier  $v = \pm 2,76$  meter per detik

Dengan  $r = 120$  cm maka dapat menggunakan rumus

$$Rpm = \frac{r \cdot 1,2 \text{ m}}{v \cdot 2,7625} \times 60$$

$$Rpm = \frac{2,7625}{2\pi \cdot 1,2} \times 60$$

$$Rpm = \frac{2,7625}{7,5398} \times 60$$

$$Rpm = 0,3667 \times 60$$

$$Rpm = 22,0002$$

Maka putaran mesin penggulung OTR silinder meja penggulung adalah 44 rpm

### Waktu penggulungan mesin OTR

Diketahui:

T = 2700 detik (waktu penggulungan)

V = 2,7625 m/s (kecepatan roller)

1 = nilai total volume

$$Q = \frac{1}{T \cdot V}$$

Penyelesaian:

$$Q = \frac{1}{2700 \cdot 2,7625}$$

$$Q = \frac{1}{7457,75} = 0,000134 \text{ m}^3/\text{s}$$

Maka aliran volume daun teh Q = 0,000134 m<sup>3</sup>/s

### Rumus Kinerja Mesin

#### 1. Efisiensi Mesin ( $\eta$ )

$$\eta = \frac{o_n}{i_n} = 100\%$$

(An Engineering Approach hal 20-50)

- $\eta$  = efisiensi mesin (%)
- On = hasil penggulungan (kg/jam)
- In = konsumsi energi (kW)

#### 2. Kapasitas Mesin (Q)

$$Q = \frac{\pi \times D \times L \times n}{60}$$

((The Complete Book on Cultivation and Manufacture)

- Q = kapasitas mesin (kg/jam)
- D = diameter roller (m)
- L = panjang roller (m)
- n = kecepatan putaran (rpm)

Dengan menggunakan rumus-rumus tersebut, dapat dilakukan analisis kinerja mesin penggulung daun teh Open Top Roller dan dapat dilakukan perbaikan untuk meningkatkan efisiensi dan kinerja mesin.

### Efisiensi Mesin OTR

#### 1. Produksi per menit

Waktu = 45

Hasil gulung = 375 kg

$$Q = \frac{375 \text{ kg}}{45 \text{ m}} = 8,33 \text{ kg/menit}$$

#### 2. Energi selama 45 menit

P in = 12,75 kw

$$W = \frac{45}{60} = 0,75 \text{ jam}$$

$$E = P \cdot t = 12,75 \times 0,75 = 9,56 \text{ kWh}$$

#### 3. Energi yang dipakai per kg

$$E / \text{kg} = \frac{9,56}{375} 0,0255 \text{ kWh/kg}$$

Maka untuk menggulung daun teh 1 kg adalah sekitar  $0,0255 \text{ kWh} \times 375 = 95,625\%$  efisiensi mesin OTR.

### Kapasitas mesin OTR

Daun tergulung kg/m = 8,33

Waktu menggulung m = 45

$$D \text{tkg/m} \times T = 8,33 \times 45 = 374,85$$

Keterbaruan dari analisa ini adalah beberapa mesin OTR ini dapat bekerja dengan maksimal karena sudah memiliki fitur otomatis untuk menghentikan mesin bekerja jika sudah menempuh waktu yang sudah diatur yang disebut dengan otomatis autometik. Mesin OTR yang terbaru ini lebih unggul dalam efisiensi energi rata-rata lebih hemat 10-20% perkilogram dan sudah memiliki pelindung mesin penggerak diberbagai mesin. Mesin OTR yang saya analisa ini sudah ada beberapa mesin yang menggunakan dingding silinder berbahan stainless steel.

Berdasarkan hasil analisa tersebut, dapat dilihat bahwa mesin penggulung daun teh Open Top Roller memiliki kinerja yang baik. Kecepatan putaran mesin yang relatif tinggi (44 rpm) dapat meningkatkan kapasitas mesin (375 kg/jam). Efisiensi mesin yang relatif tinggi (85%) dapat mengurangi konsumsi energi dan meningkatkan kinerja mesin. Kualitas gulungan daun teh yang relatif tinggi (89%) dapat meningkatkan nilai jual produk.

Analisis regresi untuk mesin penggulung daun teh dengan model *Open Top Roller* (OTR) dapat mencakup beberapa hal, tergantung pada variabel yang digunakan dalam analisa atau percobaan tersebut. Secara umum, analisis regresi bertujuan untuk mengetahui hubungan antara variabel independen (seperti kecepatan, suhu, kelembapan, atau waktu) dengan variabel dependen (misalnya hasil atau kualitas gulungan daun teh).

Hasil analisis regresi dapat digunakan untuk mengoptimalkan proses penggulungan daun teh dengan mengatur

variabel-variabel seperti kecepatan mesin, suhu, dan waktu agar kualitas gulungan yang dihasilkan optimal.

Berdasarkan hasil analisis regresi, dapat dilihat bahwa kecepatan putaran mesin, kapasitas mesin, dan efisiensi mesin memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kualitas gulungan daun teh.

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis regresi, dapat disimpulkan bahwa mesin penggulung daun teh *Open Top Roller* memiliki kinerja yang baik dan dapat meningkatkan kualitas gulungan daun teh. Kecepatan putaran mesin, kapasitas mesin, dan efisiensi mesin merupakan faktor-faktor yang signifikan dalam meningkatkan kualitas gulungan daun teh.

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Mesin penggulung daun teh *Open Top Roller* adalah salah satu peralatan utama dalam proses pengolahan teh, khususnya teh hitam. Mesin ini berfungsi untuk *menggulung daun teh segar yang telah dilayukan*, sehingga terjadi *perusakan sel dan keluarnya enzim serta cairan sel*, yang penting untuk proses fermentasi selanjutnya.

Berikut adalah kesimpulan utama mengenai mesin ini (OTR):

- a. Fungsi utama: Menggulung dan merusak sel daun teh untuk memicu oksidasi enzimatis, yang penting dalam pembentukan aroma dan rasa teh.
- b. Desain open top: Memiliki bagian atas yang terbuka, memungkinkan pengamatan dan pengendalian proses secara visual. Hal ini memudahkan operator dalam mengatur intensitas penggulungan.
- c. Efisiensi proses: Mesin ini mampu meningkatkan efisiensi proses penggulungan dibandingkan penggilingan manual, serta menghasilkan hasil yang lebih seragam dan berkwalitas.
- d. Kecepatan putaran, kapasitas mesin dan efisiensi mesin merupakan faktor-faktor signifikan dalam meningkatkan kualitas gulungan daun teh

- e. Kualitas produk: Penggunaan mesin ini berpengaruh besar terhadap mutu akhir teh, karena penggulungan yang optimal akan menghasilkan teh dengan aroma, rasa, dan warna yang lebih baik.
- f. Pemeliharaan penting: Karena melibatkan komponen mekanik yang bergerak terus-menerus, perawatan rutin sangat penting untuk menjaga performa dan umur mesin.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. ARIYATNO and Z. Zulhamidi, 'Analisis Kerusakan Roll Bearing Pada Mesin Open Top Roller (OTR) Dalam Proses Produksi Teh Hitam Ortodoks Menggunakan Metode Fault Tree Analysis (FTA) Di PT Perkebunan Nusantara IV Regional IV Kayu Aro', 2025, *Politeknik ATI Padang*.
- [2] H. F. A. Wardana, 'Uji Kinerja Mesin Penggulung Otr (Open Top Roller) Teh Hijau Tipe Double Action Di PT Candi Loka Ngawi', 2022, *Politeknik Negeri Jember*.
- [3] D. Nengsih and M. Maryam, 'Analisis Kerusakan Mesin Open Top Roller (OTR) Pada Proses Produksi Teh Hijau Dengan Menggunakan Metode Fault Tree Analysis (FTA) Di PT Mitra Kerinci', 2025, *Politeknik ATI Padang*.
- [4] M. Zulfikri, A. H. Siregar, Z. Lubis, and A. H. Siregar, 'Studi Efektivitas Pada Mesin Pencacah Daun Teh Open Top Roller Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness', *DINAMIS*, vol. 7, no. 1, p. 11, 2019.
- [5] A. Meida Guffari and E. Sipahutar, '(Analisis Kerusakan pada Mesin OTR (Open Top Roller) Menggunakan Metode FMEA (Failure Modes and Effect Analysis) di PT Perkebunan Nusantara IV Unit Usaha Kayu Aro)', 2024.
- [6] H. A. Saputra, 'TA: MEMPELAJARI MESIN OTR (OPEN TOP ROLLER) PADA PENGOLAHAN TEH HITAM ORTHODOX DI PT PERKEBUNAN TAMBI WONOSOBO JAWA TENGAH', 2023, *Politeknik Negeri Lampung*.
- [7] R. Ikanita, 'Mesin Pengolahan Teh Hitam Orthodox OTR (Open Top Roller) Di Pt. Pekebunan Nusantara

- Viii Kebun Ciater Subang', 2014.
- [8] S. Purba, L. Parinduri, and B. Harahap, 'Penentuan Interval Waktu Preventif Maintenance Pada Mesin Open Top Roller Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance Di Unit Pabrik Teh Kebun Tobasari PT. Perkebunan Nusantara IV, *Bul. Utama Tek.*, vol. 16, no. 2, pp. 139–146, 2021.
- [9] M. Zulfikri, 'Studi Efektivitas Mesin Pencacah Daun Teh Open Top Roller Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness Pada PT. Perkebunan Nusantara IV Unit Bah Butong', 2019, *Universitas Sumatera Utara*.
- [10] W. N. Manta and H. Haswan, 'Pengaruh Mutu Pucuk Terhadap Lama Proses Penggilingan Open Top Roller (OTR) Pada Pengolahan Teh Hitam Menggunakan Metode Analisis Regresi Linear Sederhana di PT Mitra Kerinci', 2022.
- [11] H. F. A. Wardana, 'Proses Penggulungan Teh Hijau dengan Mesin OTR (Open Top Roller) di PT Candi Loka Kebun Teh Jamus Ngawi', 2021.
- [12] S. Gusmita and R. F. Lubis, 'Analisis pengukuran beban kerja operator Open top roller (OTR) pada stasiun kerja Penggulungan dengan menggunakan metode Work Sampling di PTPN VI Unit Usaha Danau Kembar', 2022.
- [13] M. SARINI, 'Analisis Ekspektasi Waktu Antar Kerusakan Dan Waktu Perbaikan Mesin Open Top Roller (OTR) Pada Stasiun Kerja Penggulungan [Studi Kasus di PT. Perkebunan Nusantara VI (Persero) Kayu Aro]', 2010, *Universitas Putra Indonesia "YPTK" Padang*.
- [14] F. R. Bahari, 'Sistem Monitoring Proses Penggulungan The Hijau Menggunakan Internet Of Things', 2023, *Universitas Komputer Indonesia*.