



# JURNAL TEKNIK MESIN

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS BANDAR LAMPUNG

Bambang Pratowo Dan Farhan Adha	RANCANG BANGUN MESIN EXTRUDER UNTUK PAKAN TERNAK
Indra Surya, Witoni Dan Bagus Wicaksono	ANALISA KEKUATAN TARIK DAN STRUKTUR MIKRO PADA BAJA KARBON RENDAH YANG MENGALAMI PROSES PENGELASAN
Erma Yuniata, Bambang Pratowo, Dan Aofi Anggi Saputra	RANCANG BANGUN ALAT PENYIRAM TANAMAN OTOMATIS MENGGUNAKAN ARDUINO
Riza Muhida, Muhammad Riza, Dan Rio Febriyansyah	ANALISA KINERJA DAN KONSUMSI BAHAN BAKAR PADA MESIN PENGOLAH TANAH BERPENGGERAK MOTOR BENSIN TIPE SUMBU VERTIKAL
Zein Muhamad, Dan Rangga Dwi Setra	RANCANG BANGUN MESIN HAMMER MILL PENGHALUS ARANG TEMPURUNG KELAPA
Kunarto Dan Ahyatulloh Khotomi	ANALISA KINERJA PENGERING JAGUNG MENGGUNAKAN VERTICAL DRYER DENGAN METODE DIRECT DAN INDIRECT

UNIVERSITAS BANDAR LAMPUNG

JURNAL TEKNIK MESIN	Vol. 12	No. 2	Hal 1 - 50	Bandar Lampung April 2024	ISSN 2087- 3832
---------------------------	---------	-------	---------------	------------------------------------	-----------------------





**Volume 12 Nomor 2 , April 2024**

**DEWAN REDAKSI**

- Pelindung : Prof. Dr. Ir. H. M. Yusuf Barusman, MBA
- Penasehat : Ir. Juniardi, MT
- Penanggung Jawab : Riza Muhida, ST. M.Eng, Ph.D
- Dewan Redaksi : Dr. Ir. Indra Surya, MT.  
Muhammad Riza, Ph.D  
Ir. Zein Muhamad , MT
- Mitra Bestari : Prof. Dr. Erry Y. T. Adesta (International Islamic  
University Malaysia)  
Dr. Gusri Akhyar Ibrahim, ST, MT. (Unila)  
Dr. Amrizal, ST, MT. (Unila)
- Editor : Witoni, ST, MM  
Mulyana S.ST, MT
- Sekretariat : Ir. Bambang Pratowo, M.T  
Aditya Prawiraharja, SH  
Trie Faniza, S.A.P
- Grafis Desain : Kunarto, ST, MT.
- Penerbit : Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Univesitas Bandar Lampung.

Alamat Redaksi : Program Studi Teknik Mesin Fakultas  
Teknik Universitas Bandar Lampung  
Jalan ZA Pagar Alam No 26, Labuhan Ratu  
Bandar Lampung 35142  
Telp./Faks. : 0721-701463 / 0721-701467  
Email : [witoni@ubl.ac.id](mailto:witoni@ubl.ac.id)



9 772087 383000



Volume 12 Nomor 2 , April 2024

## DAFTAR ISI

	Halaman
Dewan Redaksi.....	i
Daftar Isi.....	ii
Pengantar Redaksi .....	iii
RANCANG BANGUN UNTUK PAKAN TERNAK MESIN EXTRUDER <b>Bambang Pratowo, Dan Farhan Adha.....</b>	1-9
ANALISA KEKUATAN TARIK DAN STRUKTUR MIKRO PADA BAJA KARBON RENDAH YANG MENGALAMI PROSES PENGELASAN <b>Indra Surya, Witoni, Dan Bagus Wicaksono.....</b>	10-18
RANCANG BANGUN ALAT PENYIRAM TANAMAN OTOMATIS MENGUNAKAN ARDUINO <b>Erma Yuniaty, Bambang Pratowo, Dan Aufi Anggi Saputra.....</b>	19-25
ANALISA KINERJA DAN KONSUMSI BAHAN BAKAR PADA MESIN PENGOLAH TANAH BERPENGERAK MOTOR BENSIN TIPE SUMBU VERTIKAL <b>Riza Muhida, Muhammad Riza, Dan Rio Febriyansyah.....</b>	26-32
RANCANG BANGUN MESIN HAMMER MILL PENGHALUS ARANG TEMPURUNG KELAPA <b>Zein Muhamad Dan Rangga Dwi Setra.....</b>	33-37
ANALISA KINERJA PENERING JAGUNG MENGGUNAKAN VERTICAL DRYER DENGAN METODE DIRECT DAN INDIRECT <b>Kunarto Dan Ahyatulloh Khotomi.....</b>	38-49
Informasi Penulisan Naskah Jurnal.....	50



**Volume 12 Nomor 2 , April 2024**

### **PENGANTAR REDAKSI**

Puji syukur kepada Allah SWT, atas terbitnya kembali Jurnal Teknik Mesin Universitas Bandar Lampung, Vol 12 No.2, April 2024, Jurnal ini diterbitkan 2 kali dalam setahun yaitu bulan April dan bulan Oktober setiap tahunnya.

Artikel-artikel yang diterbitkan pada Jurnal Teknik Mesin Volume 12 Nomor 2 Bulan April tahun 2024 merupakan jurnal yang diterbitkan dalam format PDF secara online. Jurnal ini dapat diakses pada link : <http://jurnal.ubl.ac.id/index.php/JTM>. Jurnal Teknik Mesin hanya memuat artikel-artikel yang berasal dari hasil hasil penelitian saja dan setelah ditelaah para mitra bestari.

Artikel - artikel yang termuat dalam jurnal Teknik Mesin ini adalah artikel yang sudah melalui proses penilaian dan review dewan penyunting. Penulis harus memperhatikan kualitas isi artikel sesuai petunjuk penulisan artikel dan komentar dari mitra bestari yang di tampilkan di masing-masing penerbitan atau dapat diunduh di website jurnal tersebut. Jumlah artikel yang terbit sebanyak enam judul artikel.

Dewan penyunting akan terus berusaha meningkatkan mutu jurnal sehingga dapat menjadi salah satu acuan yang cukup penting dalam perkembangan ilmu teknik mesin. Penghargaan dan terimakasih sebesar besarnya kepada mitra bestari bersama para anggota dewan penyunting dan seluruh pihak yang terlibat dalam penerbitan jurnal ini.

Semoga jurnal yang kami sajikan ini bermanfaat untuk semua dan jurnal ini terus melaju dengan tetap konsisten untuk memajukan misi ilmiah. Untuk edisi mendatang kami sangat mengharapkan peran serta rekan-rekan sejawat untuk mengisi jurnal ini agar tercapai penerbitan jurnal ini secara berkala.

Bandar Lampung, April 2024

Redaksi

**JUDUL DITULIS DENGAN  
FONT TIMES NEW ROMAN 12 CETAK TEBAL  
(MAKSIMUM 12 KATA)**

**Penulis<sup>1)</sup>, Penulis<sup>2)</sup> dst. [Font Times New Roman 12 Cetak Tebal dan Nama Tidak Boleh  
Disingkat]**

<sup>1</sup> Nama Fakultas, nama Perguruan Tinggi (penulis  
1) email: penulis\_1@abc.ac.id

<sup>2</sup> Nama Fakultas, nama Perguruan Tinggi (penulis  
2) email: penulis\_2@cde.ac.id

**Abstract [Times New Roman 12 Cetak Tebal]**

Abstract ditulis dalam bahasa Inggris atau bahasa Indonesia yang berisikan isu-isu pokok, tujuan penelitian, metoda/pendekatan dan hasil penelitian. Abstract ditulis dalam satu alenia, tidak lebih dari 200 kata. (Times New Roman 12, spasi tunggal).

**Keywords:** Maksimum 5 kata kunci dipisahkan dengan tanda koma. [Font Times New Roman 12  
spasi tunggal]

**PENDAHULUAN [Times New Roman 12  
bold]**

Pendahuluan mencakup latar belakang atas isu atau permasalahan serta urgensi dan rasionalisasi kegiatan (penelitian atau pengabdian). Tujuan kegiatan dan rencana pemecahan masalah disajikan dalam bagian ini. Tinjauan pustaka yang relevan dan pengembangan hipotesis (jika ada) dimasukkan dalam bagian ini. [Times New Roman, 12, normal].

**KAJIAN LITERATUR DAN  
PENGEMBANGAN HIPOTESIS (JIKA  
ADA)**

Bagian ini berisi kajian literatur yang dijadikan sebagai penunjang konsep penelitian. Kajian literatur tidak terbatas pada teori saja, tetapi juga bukti-bukti empiris. Hipotesis penelitian (jika ada) harus dibangun dari konsep teori dan didukung oleh kajian empiris (penelitian sebelumnya). [Times New Roman, 12, normal].

**METODE PENELITIAN**

Metode penelitian menjelaskan rancangan kegiatan, ruang lingkup atau objek, bahan dan alat utama, tempat, teknik pengumpulan data,

definisi operasional variabel penelitian, dan teknik analisis. [Times New Roman, 12, normal].

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bagian ini menyajikan hasil penelitian. Hasil penelitian dapat dilengkapi dengan tabel, grafik (gambar), dan/atau bagan. Bagian pembahasan memaparkan hasil pengolahan data, menginterpretasikan penemuan secara logis, mengaitkan dengan sumber rujukan yang relevan. [Times New Roman, 12, normal].

**KESIMPULAN**

Kesimpulan berisi rangkuman singkat atas hasil penelitian dan pembahasan. [Times New Roman, 12, normal].

**REFERENSI**

Penulisan naskah dan sitasi yang diacu dalam naskah ini disarankan menggunakan aplikasi referensi (*reference manager*) seperti Mendeley, Zotero, Reffwork, Endnote dan lain-lain. [Times New Roman, 12, normal].

## ANALISA KINERJA PENGERINGAN JAGUNG MENGGUNAKAN VERTICAL DRYER DENGAN METODE DIRECT DAN INDIRECT

Kunarto,<sup>1</sup>, Ahyatulloh Khotomi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program studi Teknik Mesin, Universitas Bandar Lampung (UBL)

Email : [irsyafajar@yahoo.com](mailto:irsyafajar@yahoo.com)

<sup>2</sup>Program studi Teknik Mesin, Universitas Bandar Lampung (UBL)

Email : [ahyatullohkhotomi@gmail.com](mailto:ahyatullohkhotomi@gmail.com)

### Abstrak

Proses pengeringan memegang peranan penting dalam pengolahan dan pengawetan suatu bahan. Seiring dengan berkembangnya pemikiran manusia, maka bermunculan berbagai cara pengeringan buatan yang membutuhkan energi panas untuk mengeringkan hasil pertanian. Energi tersebut digunakan untuk memanaskan bahan serta menguapkan air pada bahan, energi panas yang dibutuhkan tergantung dari kapasitas bahan yang dikeringkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui berapa banyak energi panas yang dibutuhkan untuk mengeringkan jagung dan berapa efisiensi dari metode langsung dan tidak langsung pada pengeringan jagung tipe vertical dryer . Metode yang digunakan adalah observasi yang dilakukan di PT. Santosa Utama Lestari Unit Sidomulyo. Hasil dari perhitungan menunjukkan jumlah energi yang dibutuhkan untuk mengeringkan jagung seberat 58308 kg dari kadar air 32,63 % menjadi 14 % adalah sebanyak 44943219480 J. Total laju perpindahan panas dari udara ke jagung untuk proses pengeringan pada metode langsung adalah sebesar 1294512,25 J/s. laju perpindahan panas dari udara ke jagung untuk proses pengeringan pada metode tidak langsung adalah sebesar 304035,5 J/s. Laju perpindahan panas pada alat penukar kalor adalah sebesar 755539,9 J/s. Waktu yang dibutuhkan untuk mengeringkan jagung dari kadar air 32,63 % ke 14 % adalah 8,1jam. Pada metode langsung memiliki efisiensi sebesar 90,56 %. Jadi pada proses tersebut mengalami kehilangan energi sebesar 9,44 % atau sekitar 134923 J/s. Pada metode tidak langsung memiliki efisiensi sebesar 28 %. Jadi pada proses tersebut mengalami kehilangan energi sebesar 72 % atau sekitar 782629 J/s.

**Kata kunci :** pengeringan; jagung; pengering vertikal; perpindahan panas; pengeringan energi panas

---

### PENDAHULUAN

Didalam memenuhi kebutuhan pangan di Indonesia, jagung memegang peran penting kedua setelah padi. Jagung merupakan salah satu bahan pokok, sekitar 70 % hasil dari produksi jagung digunakan untuk konsumsi, selain sebagai bahan pangan, jagung juga menjadi bahan campuran pakan ternak, serta bahan baku industri. Oleh karena itu, diperlukan jaminan ketersediaan jagung yang memiliki mutu yang unggul. Jagung merupakan komoditas yang hanya tersedia dalam musim tertentu dan rentan terhadap

kerusakan. Oleh karena itu, penting untuk menerapkan teknologi pasca panen yang sesuai guna menjaga ketersediaan jagung sepanjang tahun, mencegah kerusakan, dan meningkatkan daya simpan. Permasalahan utama dalam penanganan pasca panen jagung adalah tingginya tingkat kerugian mulai dari saat panen hingga pasca panen.

Hal ini disebabkan oleh kurangnya pengetahuan dan ketrampilan dalam penanganan selama proses panen dan pasca panen. Agar jagung dapat berkualitas baik dan

kerugian produksi dapat diminimalkan, diperlukan penanganan yang cermat terhadap fase pasca panen. Penanganan yang tidak optimal akan mengakibatkan kerusakan pada biji jagung, mengakibatkan penurunan mutu dan nilai jual.

Penggunaan teknologi dalam penanganan pasca panen mampu mengurangi tingkat kerugian baik secara kuantitatif maupun kualitatif, serta memainkan peran penting dalam meningkatkan mutu produk akhir. Salah satu metode penanganan yang digunakan untuk pasca panen adalah pengeringan.

Sejalan dengan perkembangan pemikiran manusia, muncul beragam metode mekanis atau teknik pengeringan buatan yang memerlukan energi panas guna mengeringkan produk pertanian. Energi tersebut digunakan untuk memanaskan bahan serta menguapkan air pada bahan, dimana energi panas yang dibutuhkan tergantung dari kapasitas bahan yang dikeringkan (Agus Haryadi, 2011 dan Muchamad Taufiq, 2004). Oleh karena itu penulis tertarik mengambil judul tugas akhir.

**“Analisa Kinerja Pengeringan Jagung Menggunakan Vertical Dryer Dengan Metode Direct Dan Indirect”**

**TINJAUAN PUSTAKA**

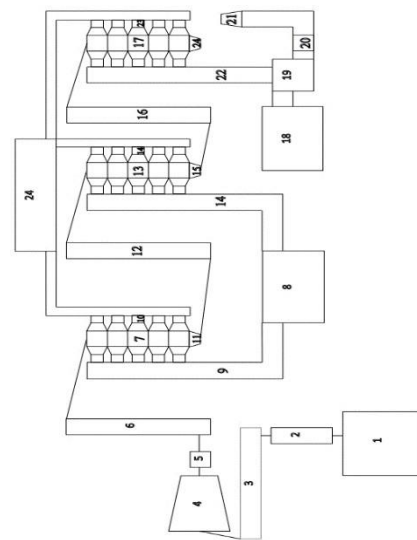
Pengeringan adalah proses untuk menguapkan kandungan air yang dipindahkan dari permukaan bahan ke media pengering, sejumlah uap air harus dialirkan selama proses pengeringan. suatu proses dimana massa uap air dipindahkan sebagai akibat dari perubahan konsentrasi uap air antara suatu bahan dan lingkungannya. Pengeringan dibedakan menjadi 2 cara yaitu, pengeringan secara alami dan pengeringan buatan.

Pengeringan alami merupakan proses pengeringan yang mengandalkan sinar matahari sebagai sumber energi, umumnya dilaksanakan dengan cara menempatkan produk di atas permukaan jemuran yang dapat terbuat dari berbagai jenis bahan padat.

Pengering buatan adalah pengeringan

menggunakan bahan bakar sebagai sumber panas (bahan bakar cair, padat, listrik). Beberapa jenis pengeringan buatan yang berada dipasaran, Tray dryer, Rotary Dryer, dan Vertical Dryer.

Vertical dryer adalah sistem pengering yang terdiri dari beberapa ruang (dapur oven) yang tersusun secara vertikal, dimana udara dan bahan yang dikeringkan akan dialirkan secara menyilang. Udara akan dialirkan kesetiap ruang oven sedangkan bahan yang akan dikeringkan dialirkan dari bagian atas kebagian bawah oven.



**Gambar 1.** Lay out pengering jagung

Pada bagian 1 merupakan intake, yang berfungsi untuk menampung jagung awal atau jagung yang belum diproses. Pada gambar 2 merupakan konveyor sekrup yang berfungsi untuk membawa jagung yang akan dikeringkan dari Intake menuju elevator. Pada gambar 2.2 bagian 4 merupakan silo, yaitu wadah yang digunakan untuk menyimpan bahan curah. Umumnya silo digunakan dibidang pertanian sebagai penyimpanan biji – bijian hasil pertanian dan pakan ternak. Pada pengering vertikal sendiri silo digunnakn untuk menampung jagung yang sudah diayak atau sudah dibersihkan. Pada bagian 5 merupakan ayakan yang

digunakan untuk memisahkan bagian yang tidak diinginkan berdasarkan ukurannya. Pada pengering vertikal sendiri ayakan berfungsi untuk memisahkan jagung dari kotoran maupun pecahan dari bonggol jagung sehingga jagung yang masuk kedalam oven dalam keadaan bersih dari kotoran. Pecahan dari bonggol jagung juga dapat menyebabkan terjadinya kebakaran karena bonggol jagung adalah bagian yang mudah terbakar. Pada bagian 7, 13 dan 17 merupakan oven yang difungsikan sebagai tempat jagung dikeringkan. Pengeringan jagung menggunakan pengering vertikal memiliki 5 buah dapur oven yang tersusun secara vertikal dari bawah hingga ke atas yaitu, dapur oven 1 sampai dengan dapur oven 5. Jagung yang dikeringkan akan melalui dapur oven secara bertahap dari mulai dapur oven 5 sampai dengan dapur oven 1, bersamaan dengan itu panas yang didapatkan dari hasil pembakaran akan dihisap kedalam dapur oven menggunakan blower yang terdapat dibagian samping setiap dapur oven. Pada bagian 10, 14, 20 dan 23 merupakan blower yang berfungsi sebagai alat penghisap udara panas agar bergerak menuju ruang oven ataupun sebagai alat untuk mempercepat aliran panas pada alat penukar panas (heat exchanger). Pada bagian 11, 15, dan 24 merupakan saluran keluar jagung, kecepatan Bergeraknya jagung ditentukan oleh pintu yang berbentuk persegi panjang yang bergerak secara horizontal kekiri dan kekanan. Kecepatan Bergeraknya pintu tersebut dapat diatur, tergantung dari kadar air jagung yang masuk kedalam oven. Semakin tinggi kadar air jagung yang masuk kedalam

oven maka kecepatan motor akan semakin diperlambat begitupun sebaliknya. Pada bagian 8 dan 18 merupakan tungku yang berfungsi sebagai tempat dihasilkannya panas dari proses pembakaran dengan berbagai macam bahan bakar dan salah satunya adalah menggunakan kayu karet. PT.Santosa Utama Lestari Unit Sidomulyo memiliki 2 jenis metode penyaluran panas dari tungku yaitu, menggunakan Alat penukar panas (Indirect) dan tidak menggunakan alat penukar panas (Direct). Pada bagian 9, 14 dan 22 merupakan saluran udara panas yang berfungsi menghantarkan panas yang diperoleh dari hasil pembakaran yang dilakukan oleh tungku. Pada bagian 20 merupakan alat penukar panas, sedangkan jenis alat penukar panas yang digunakan pada pengering vertikal ini adalah penukar panas aliran silang, satu fluida campur dan satu fluida tak campur. Alat Penukar panas ini terdiri dari sejumlah pipa yang ditempatkan dalam wadah seperti cangkang. Pada proses penukar panas aliran silang melibatkan penggunaan fluida panas yang mengalir di dalam pipa yang mengalirnya dipercepat menggunakan blower kemudian fluida yang lainnya mengalir diantara bagian luar pipa. Fluida yang mengalir dibagian luar pipa akan dihisap kedalam oven menggunakan blower. Panas dari fluida yang mengalir dibagian luar pipa tersebut yang akan digunakan untuk mengeringkan jagung. Pada bagian 21 merupakan cerobong asap yang digunakan untuk membuang asap dari hasil pembakar tungku, cerobong asap hanya digunakan pada tungku yang menggunakan alat penukar panas



(Indirect), sedangkan untuk tungku yang tidak menggunakan alat penukar panas (Direct) tidak menggunakan cerobong asap, asap akan langsung terbawa ke dalam oven jagung dan akan terbuang bersamaan dengan suhu yang telah digunakan pada oven. Pada bagian 24 merupakan ruang yang didapatkan dari hasil pembakaran akan dihisap ke dalam dapur oven menggunakan blower yang terdapat di bagian samping setiap dapur oven. Pada bagian 10, 14, 20 dan 23 merupakan blower yang berfungsi sebagai alat penghisap udara panas agar bergerak menuju ruang oven ataupun sebagai alat untuk mempercepat aliran panas pada alat penukar panas (heat exchanger). Pada bagian 11, 15, dan 24 merupakan saluran keluar jagung, kecepatan Bergeraknya jagung ditentukan oleh pintu yang berbentuk persegi panjang yang bergerak secara horizontal ke kiri dan ke kanan. Kecepatan Bergeraknya pintu tersebut dapat diatur, tergantung dari kadar air jagung yang masuk ke dalam oven. Semakin tinggi kadar air jagung yang masuk ke dalam oven maka kecepatan motor akan semakin diperlambat begitupun sebaliknya. Pada bagian 8 dan 18 merupakan tungku yang berfungsi sebagai tempat dihasilkannya panas dari proses pembakaran dengan berbagai macam bahan bakar dan salah satunya adalah menggunakan kayu karet. PT.Santosa Utama Lestari Unit Sidomulyo memiliki 2 jenis metode penyaluran panas dari tungku yaitu, menggunakan Alat penukar panas (Indirect) dan tidak menggunakan alat penukar panas (Direct). Pada bagian 9, 14 dan 22 merupakan saluran udara panas yang berfungsi menghantarkan panas yang diperoleh dari

hasil pembakaran yang dilakukan oleh tungku. Pada bagian 20 merupakan alat penukar panas, sedangkan jenis alat penukar panas yang digunakan pada pengering vertikal ini adalah penukar panas aliran silang, satu fluida campur dan satu fluida tak campur. Alat Penukar panas ini terdiri dari sejumlah pipa yang ditempatkan dalam wadah seperti cangkang. Pada proses penukar panas aliran silang melibatkan penggunaan fluida panas yang mengalir di dalam pipa yang mengalirnya dipercepat menggunakan blower kemudian fluida yang lainnya mengalir diantara bagian luar pipa. Fluida yang mengalir di bagian luar pipa akan dihisap ke dalam oven menggunakan blower. Panas dari fluida yang mengalir di bagian luar pipa tersebut yang akan digunakan untuk mengeringkan jagung. Pada bagian 21 merupakan cerobong asap yang digunakan untuk membuang asap dari hasil pembakaran tungku, cerobong asap hanya digunakan pada tungku yang menggunakan alat penukar panas (Indirect), sedangkan untuk tungku yang tidak menggunakan alat penukar panas (Direct) tidak menggunakan cerobong asap, asap akan langsung terbawa ke dalam oven jagung dan akan terbuang bersamaan dengan suhu yang telah digunakan pada oven. Pada bagian 24 merupakan ruang yang didapatkan dari hasil pembakaran akan dihisap ke dalam dapur oven menggunakan blower yang terdapat di bagian samping setiap dapur oven. Pada bagian 10, 14, 20 dan 23 merupakan blower yang berfungsi sebagai alat penghisap udara panas agar bergerak menuju ruang oven ataupun sebagai alat untuk mempercepat aliran panas

pada alat penukar panas (heat exchanger). Pada bagian 11, 15, dan 24 merupakan saluran keluar jagung, kecepatan Bergeraknya jagung ditentukan oleh pintu yang berbentuk persegi panjang yang bergerak secara horizontal ke kiri dan ke kanan. Kecepatan Bergeraknya pintu tersebut dapat diatur, tergantung dari kadar air jagung yang masuk ke dalam oven. Semakin tinggi kadar air jagung yang masuk ke dalam oven maka kecepatan motor akan semakin diperlambat begitupun sebaliknya. Pada bagian 8 dan 18 merupakan tungku yang berfungsi sebagai tempat dihasilkannya panas dari proses pembakaran dengan berbagai macam bahan bakar dan salah satunya adalah menggunakan kayu karet. PT.Santosa Utama Lestari Unit Sidomulyo memiliki 2 jenis metode penyaluran panas dari tungku yaitu, menggunakan Alat penukar panas (Indirect) dan tidak menggunakan alat penukar panas (Direct). Pada bagian 9, 14 dan 22 merupakan saluran udara panas yang berfungsi menghantarkan panas yang diperoleh dari hasil pembakaran yang dilakukan oleh tungku. Pada bagian 20 merupakan alat penukar panas, sedangkan jenis alat penukar panas yang digunakan pada pengering vertikal ini adalah penukar panas aliran silang, satu fluida campur dan satu fluida tak campur. Alat Penukar panas ini terdiri dari sejumlah pipa yang ditempatkan dalam wadah seperti cangkang. Pada proses penukar panas aliran silang melibatkan penggunaan fluida panas yang mengalir di dalam pipa yang mengalirnya dipercepat menggunakan blower kemudian fluida yang lainnya mengalir diantara bagian luar pipa. Fluida yang

mengalir dibagian luar pipa akan dihisap ke dalam oven menggunakan blower. Panas dari fluida yang mengalir dibagian luar pipa tersebut yang akan digunakan untuk mengeringkan jagung. Pada bagian 21 merupakan cerobong asap yang digunakan untuk membuang asap dari hasil pembakar tungku, cerobong asap hanya digunakan pada tungku yang menggunakan alat penukar panas (Indirect), sedangkan untuk tungku yang tidak menggunakan alat penukar panas (Direct) tidak menggunakan cerobong asap, asap akan langsung terbawa ke dalam oven jagung dan akan terbuang bersamaan dengan suhu yang telah digunakan pada oven. Pada bagian 24 merupakan ruang yang digunakan untuk menampung abu dari hasil sisa pengeringan yang terbawa oleh udara panas yang telah digunakan. Untuk mengetahui energi panas yang dibutuhkan untuk mengeringkan jagung maka dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:  $q_d = q_u + q_j$

$$(1)$$

Dimana,  $q_d$  adalah energi yang dipakai untuk mengeringkan jagung ( $J$ ),  $q_u$  adalah energi panas yang digunakan untuk menguapkan air ( $J$ ),  $q_j$  adalah energi panas yang digunakan untuk memanaskan jagung ( $J$ )

Energi panas yang digunakan untuk menguapkan air dapat menggunakan persamaan berikut ini:

$$q_u = m_{aj} h_{fg} \quad (2)$$

Dimana,  $m_{aj}$  adalah massa air yang diuapkan dalam jagung ( $kg$ ),  $h_{fg}$  adalah panas laten penguapan air ( $J/kg$ )

Pada metode langsung terdapat dua oven yang

digunakan, maka untuk menentukan massa air yang diuapkan dapat menggunakan persamaan berikut ini

$$m_{aj} = m_{ji} [(1 - (k_{ai} - k_{ao})^{1,2}) m_{ji}] \quad (3)$$

Dimana,  $m_{aj}$  adalah masa air yang diuapkan ( $kg$ ),  $m_{ji}$  adalah massa jagung didalam oven ( $kg$ ),  $k_{ai}$  adalah rata – rata kadar air jagung pada saat masuk ke oven (%),  $k_{ao}$  adalah rata – rata kadar air jagung pada saat keluar dari oven (%) Energi panas untuk memanaskan jagung dapat menggunakan persamaan berikut ini:

$$q_j = m_{jo} C_{pj}(T_{j1} - T_{j0}) \quad (4)$$

Dimana,  $m_{jo}$  adalah massa jagung yang telah dioven ( $kg$ ),  $m_{ji}$  adalah massa jagung didalam oven, 1 dan 2 menerangkan oven 1 dan oven 2 ( $kg$ ),  $m_{aj}$  adalah massa air yang diuapkan ( $kg$ ),  $C_{pj}$  ,sebagai panas jenis jagung ( $Jkg/^\circ C$ ),  $T_{j0}$  adalah temperatur jagung masuk oven ( $^\circ C$ ),  $T_{j1}$  adalah temperatur jagung didalam oven ( $^\circ C$ ). Pada meode langsung tungku digunakan untuk mensuplai dua oven dan setiap oven memiliki lima dapur (ruang pengering), jadi laju perpindahan panas dari udara ke jagung pada setiap oven dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini :  $q_{uj} = h_{uj} A_j (T_2 - T_{0j}) z$

(5)

Dimana,  $q_{uj}$  adalah laju perpindahan panas udara ke jagung  $J/s$ ,  $h_{uj}$  adalah koefisien perpindahan panas konveksi dari udara ke jagung ( $W/m^2^\circ C$ ),  $A_j$  adalah luas permukaan jagung pada dapur oven ( $m^2$ ),  $T_2$ , adalah temperatur udara saat masuk dapur oven ( $^\circ C$ ),  $T_{0j}$  adalah temperatur jagung masuk oven ( $^\circ C$ )

$$h_{uj} = \frac{Nu_{uj} k_{uj}}{dh}$$

Dimana,  $Nu_{uj}$  adalah angka Nusselt dapur oven,  $k_{uj}$  adalah konduktifitas panas dari udara kejagung  $W/m^\circ C$ ,  $dh$  adalah diameter hidrolik pada dapur oven ( $m$ )  $Nu_{uj} = (0,4 Re_{uj}^{0,5} + 0,06 Re_{uj}^{0,666}) Pr_{uj}^{0,4} (\mu_u/\mu_j)$  (7)

Dimana,  $Re_{uj}$  adalah angka Reynold dapur oven,  $Pr_{uj}$  adalah angka Prantdl dapur oven,  $\mu_u$  adalah viskositas udara pada saat masuk dapur oven ( $kg/m.s$ ),  $\mu_j$  adalah viskositas udara pada jagung ( $kg/m.s$ )

$$Re_{uj} = \frac{\rho_{uj} v_{uj} dh}{\mu_{uj}}$$

Dimana,  $\rho_{uj}$  adalah massa jenis udara ke jagung ( $kg/m^3$ ),  $v_{uj}$  adalah kecepatan udara pada dapur oven ( $m/s$ ),  $\mu_{uj}$  adalah viskositas dari udara kejagung ( $kg/m.s$ )

$$\dot{m}_{uj} = \dot{m}_b = \rho_b A_b v_b \quad (9)$$

Dimana,  $\dot{m}_{uj}$  adalah laju aliran massa udara pada dapur oven ( $kg/s$ ),  $\dot{m}_b$  adalah laju aliran massa udara pada blower ( $kg/s$ ),  $\rho_b$  adalah massa jenis udara pada blower ( $kg/m^3$ ),  $A_b$  adalah luas penampang udara pada blower ( $m^2$ ),  $v_b$  adalah kecepatan udara pada blower ( $m/s$ )

$$v_{uj} = \frac{\dot{m}_b}{\rho_{uj} A_{uj}}$$

Dimana,  $v_{uj}$  adalah kecepatan udara pada dapur oven ( $m/s$ ),  $\rho_{uj}$  adalah massa jenis udara ke jagung ( $kg/m^3$ ),  $A_{uj}$  adalah luas penampang aliran udara dapur oven ( $m^2$ )

$$dh = \frac{4A}{p} \quad (11)$$

Dimana,  $P$  adalah sisi yang bersentuhan dengan udara panas ( $m$ ). Untuk menghitung panas yang masuk dan keluar pada alat penukar panas dapat menggunakan persamaan

berikut ini:

$$q_c = \dot{m}_c \times c_{pc} \times dT_c \tag{12}$$

Jadi untuk menghitung energi panas yang keluar dari alat penukar panas adalah sebagai berikut:

$$q_h = \dot{m}_h \times c_{ph} \times dT_h$$

Dimana,  $q_c$  adalah energi panas pada bagian cangkang alat penukar panas ( atau  $J/s$ ),  $\dot{m}_c$  adalah laju aliran masa udara pada bagian luar pipa penukar panas ( $kg/s$ ),  $c_{pc}$  adalah panas jenis udara pada bagian luar pipa penukar panas ( $J/kg^\circ C$ ),  $dT_h$  adalah perbedaan temperatur antar sisi masuk dan sisi keluar pada alat penukar panas ( $^\circ C$ )

Untuk energi panas yang masuk kedalam alat penukar panas dihitung menggunakan persamaan berikut ini:

$$\dot{m}_h = \rho \times v \times A \tag{14}$$

Dimana,  $q_h$  adalah energi yang masuk kedalam alat penukar panas ( $W$  atau  $J/s$ ),  $\dot{m}_h$  adalah laju aliran masa udara pada bagian luar pipa penukar panas ( $kg/s$ ),  $cp$  adalah panas jenis udara pada bagian luar pipa penukar panas ( $J kg / ^\circ C$ ),  $dT_h$  adalah perbedaan temperatur antar sisi masuk dan sisi keluar pada alat penukar panas ( $^\circ C$ ). Pada metode langsung panas yang disalurkan kedalam oven dapat dihitung menggunakan persamaan berikut ini:

$$q_s = \dot{m}_s \times c_{ps} (T_1 - T_2) \tag{15}$$

Dimana, adalah laju aliran massa udara pada saluran udara panas ( $kg/s$ ),  $c_{ps}$  adalah panas jenis udara pada saluran udara panas ( $J/kg^\circ C$ ),

$T_1$  adalah temperatur udara keluar dari tungku pemanas ( $^\circ C$ ),  $T_2$  adalah temperatur udara pada saat masuk ( $^\circ C$ ).

Untuk menentukan energi panas yang dihasilkan pada tungku pemanas dapat menggunakan persamaan berikut ini:

$$q = BB \times nk \tag{16}$$

Dimana,  $q$  adalah energi panas yang dihasilkan tungku ( $J/s$ ),  $BB$  adalah konsumsi bahan bakar ( $kg/jam$ ),  $nk$  adalah nilai kalor kayu karet ( $J/kg$ )

Untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan untuk mengeringkan waktu yang dibutuhkan dapat menggunakan persamaan berikut ini:

$$s = \frac{q_d/q_{uj}}{3600} \tag{17}$$

Dimana,  $s$  adalah waktu yang dibutuhkan untuk mengeringkan jagung ( $jam$ ),  $q_d$  adalah energi panas yang dibutuhkan untuk mengeringkan jagung ( $J$ ),  $q_{uj}$  adalah laju perpindahan panas dari udara ke jagung ( $J/s$ )

Definisi efisiensi pengeringan merujuk pada perbandingan antara energi yang digunakan dengan energi yang dimasukkan. Dalam bentuk matematis, konsep ini dapat diungkapkan sebagai berikut:

$$\eta = \frac{q_{out}}{q_{in}} \times 100 \% \tag{18}$$

Dimana,  $q_{out}$  adalah energi panas yang terpakai pada proses pengeringan ( $W$  atau  $J/s$ ),  $q_n$  adalah energi panas yang dihasilkan dari tungku pemanas ( $W$  atau  $J/s$ )

**Metodologi Penelitian**

1. metode-metode pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini, yaitu:
2. Metode Literatur, dilakukan dengan melakukan studi data-data terhadap teori-teori yang berhubungan dengan tugas akhir yang disusun dari buku-buku referensi, modul, jurnal, media elektronik atau sebagainya. Studi literatur dilakukan untuk memilih materi- materi pendukung yang sesuai dengan permasalahan dan yang berhubungan dengan kinerja pengeringan menggunakan pengering sirkulasi vertikal dengan metode direct dan indirect.
3. Observasi (*observation*), observasi dilakukan di perusahaan terkait untuk mengambil data, penelitian, pengamatan yang selanjutnya digunakan untuk mengolah data tersebut dengan acuan yang ada di buku literatur.
4. Wawancara, melakukan tanya jawab dan diskusi langsung dengan karyawan khususnya maintenance team, engineering dan operator di PT. Santosa Utama Lestari Unit Sidomulyo serta konsultasi dengan dosen pembimbing di kampus.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

berikut adalah data yang didapat secara langsung serta wawancara dengan pihak PT. Santosa Utama Lestari Unit Sidomulyo dapat dilihat pada tabel.

Data	Hasil
Kadar air basah	32,6 %
Kadar air Kering	14 %
Temperatur masuk ke	190,8 °C

saluran udara panas	
Temperatur masuk oven 1	155,34 °C
Temperatur awal jagung oven 1	41,4 °C
Kenaikan temperatur jagung oven 1	138,6 °C
Temperatur masuk oven 2	137 °C
Temperatur awal jagung oven 2	43,6 °C
Kenaikan temperatur jagung oven 2	118 °C
Kecepatan udara pada blower oven 1 dan 2	13,2 m/s
Temperatur masuk pipa alat penukar panas	370 °C
Temperatur keluar pipa alat penukar panas	86 °C
Temperatur masuk pada sisi cangkang alat penukar panas	46,3 °C
Temperatur keluar pada sisi cangkang alat penukar panas	102,6 °C

Temperatur awal jagung	42,2 °C
Kenaikan temperatur jagung	65 °C
Kecepatan udara pada blower oven 3	10,26 m/s
Kecepatan udara pada pipa penukar panas	21 m/s
Kecepatan udara pada bagian luar pipa penukar panas	3,2 m/s
Diameter blower	0,55 m
Luas penampang udara oven	0,693 m <sup>2</sup>
Luas permukaan perpindahan panas	42,84 m <sup>2</sup>
Konsumsi bahan bakar metode direct	292 kg/jam
Konsumsi bahan bakar metode indirect	222 kg/jam

Dari data yang diambil di lapangan dan data yang diambil dari literatur perhitungan dapat dicapai.

Energi panas yang dibutuhkan pada oven 1,2 dan 3 untuk menguapkan air pada jagung dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:  $q_u = m_{fg} h_{fg}$

Oven 1

$$h_{fg} = 2283200 \text{ J/kg}$$

$$q_u = h_{fg} m_{fg}$$

$$q_u = 2283200 \text{ J/kg} \times 4512 \text{ kg}$$

$$= 10301798400 \text{ J}$$

Oven 2

$$h_{fg} = 2308800 \text{ J/kg}$$

$$q_u = h_{fg} m_{fg}$$

$$q_u = 2308800 \text{ J/kg} \times 4194 \text{ kg}$$

$$= 9683107200 \text{ J}$$

Oven 3

$$h_{fg} = 2370700 \text{ J/kg}$$

$$q_u = h_{fg} m_{fg}$$

$$= 2370700 \text{ J/kg} \times 2976 \text{ kg}$$

$$= 7055203200 \text{ J}$$

Sedangkan energi panas yang dibutuhkan pada oven 1,2 dan 3 untuk memanaskan jagung dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:  $q_j = m_{jo} C_{pj}(T_{j1} - T_{j0})$

Oven 1

$$q_j = m_{jo} c_{pj} (T_{1j} - T_{0j})$$

$$q_j = 53796 \text{ kg} \times 1817 \text{ J/kg}^\circ \text{C} \times (138,6^\circ \text{C} - 41,4^\circ \text{C}) = 9501040670 \text{ J}$$

Oven 2

$$q_j = m_{jo} c_{pj} (T_{1j} - T_{0j})$$

$$q_j = 49602 \text{ kg} \times 1783 \text{ J/kg}^\circ \text{C} \times (118^\circ \text{C} - 43,6^\circ \text{C}) = 6579963231 \text{ J}$$

Oven 3

$$q_j = m_{jo} c_{pj} (T_{1j} - T_{0j})$$

$$q_j = 46626 \text{ kg} \times 1714 \text{ J/kg}^\circ \text{C} \times (65^\circ \text{C} - 42,2^\circ \text{C}) = 1822106779 \text{ J}$$

Laju perpindahan panas dapat dihitung menggunakan persamaan berikut ini:

Oven 1

$$q_{uj} = h_{uj} A_j (T_2 - T_{0j})$$

$$q_{uj} = 28,99 \text{ W/m}^2 \times 42,84 \text{ m}^2 (155,34^\circ \text{C} - 41,4^\circ \text{C})$$

$$= 707528,43 \text{ W} = 707528,43 \text{ J/s}$$

Oven 2

$$q_{uj} = h_{uj} A_j (T_2 - T_{0j}) 5$$

$$q_{uj} = 29,34 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C} \times 42,84 \text{ m}^2 (137^\circ\text{C} - 43,6^\circ\text{C}) \times 5 = 586984,25 \text{ W} = 586984,25 \text{ J/s}$$

Oven 3

$$q_{uj} = h_{uj} A_j (T_{ho} - T_{0j}) 5$$

$$q_{uj} = 23,5 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C} \times 42,84 \text{ m}^2 (102,6^\circ\text{C} - 42,2^\circ\text{C}) \times 5 = 304035,5 \text{ W} = 304035,5 \text{ J/s}$$

Panas yang disalurkan kedalam oven 1 dan 2 (qs)

$$q_s = \dot{m}_s c_{ps} (T_1 - T_2)$$

$$q_s = 36,9 \text{ kg/s} \times 1020,7 \text{ J/kg}^\circ\text{C} \times (190,8^\circ\text{C} - 155,34^\circ\text{C}) = 1335559,4 \text{ J/s}$$

Panas yang disalurkan kedalam oven 3 (qc)

$$q_c = \dot{m}_c \times c_{pc} \times dT_c$$

$$q_c = 13,3 \text{ kg/s} \times 1009 \text{ J/kg}^\circ\text{C} \times 56,3^\circ\text{C} = 755539,9 \text{ J/s}$$

Panas yang dihasilkan tungku 2 (oven 1 dan 2)

$$q_t = BB nk$$

$$BB = 292 \text{ kg/jam}$$

$$nk = 17623175,36 \text{ J/kg}$$

$$q_t = 296 \text{ kg/jam} \times 17623175,36 \text{ J/kg}$$

$$q_t = 5145967205 \text{ J/jam}$$

atau

$$q_t = \frac{5145967205 \text{ J/jam}}{3600} = 1429435,335 \text{ J/s}$$

Panas yang dihasilkan tungku 3 (oven 3)

$$q_t = BB nk$$

$$BB = 222 \text{ kg/jam}$$

$$nk = 17623175,36 \text{ J/kg}$$

$$q_t = 222 \text{ kg/jam} \times 17623175,36 \text{ J/kg}$$

$$q_t = 3912344930 \text{ J/jam}$$

atau

$$q_t = \frac{3912344930 \text{ J/jam}}{3600} = 1086762,48 \text{ J/s}$$

## KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Energi yang dihasilkan tungku pemanas pada metode langsung adalah sebesar 1429435,335 W atau 1429435,335 J/s.
2. Energi yang disalurkan kedalam oven adalah sebesar 1335559,4 W atau 1335559,4 J/s.
3. Energi panas yang diterima oleh jagung pada oven 1 adalah sebesar 707528 W atau 707528 J/s dan oven 2 adalah sebesar 586984,25 W atau 586984,25 J/s.
4. Energi yang dihasilkan tungku pemanas pada metode tidak langsung adalah sebesar 1086762,5 W atau 1086762,5 J/s.
5. Laju perpindahan panas pada alat penukar kalor adalah sebesar 755539,9 W atau 755539,9 J/s.
6. Total laju perpindahan panas dari udara ke jagung pada metode tidak langsung sebesar 324170,3 W atau 324170,3 J/s.
7. Jumlah energi yang dibutuhkan untuk mengeringkan jagung dari kadar air 32,63% menjadi 14% adalah sebanyak 44943219480 J.
8. Waktu yang dibutuhkan untuk mengeringkan jagung dari kadar air 32,63 % ke 14 % 8,1 jam.
9. Pada metode langsung energi yang bergerak dari tungku ke oven memiliki efisiensi sebesar 90,56 %. Jadi proses tersebut mengalami kehilangan energi sebesar 9,44 % atau sekitar 134923 Js/, kehilangan energi tersebut terjadi pada saat energi bergerak dari tungku

melewati saluran udara panas sebesar 6,57 % atau sekitar 93876  $J/s$  dan pada oven sebesar 2,87 % atau 41047  $J/s$ .

10. Pada metode tidak langsung energi yang bergerak dari tungku ke oven memiliki efisiensi sebesar 28 %. Jadi pada proses tersebut mengalami kehilangan energi sebesar 72 % atau sekitar 782469  $J/s$ , dimana kehilangan energi tersebut terjadi pada alat penukar panas sebesar 30,5 % atau sekitar 331222,6  $J/s$  dan pada saat energi bergerak dari alat penukar kalor menuju oven sebesar 41,5 % atau sekitar 451504,4  $J/s$ .

### Saran

Untuk mengoptimalkan udara panas yang masuk kedalam oven maka, pada saluran masuk udara dapur oven harus menggunakan bahan yang bersifat isolator. Agar energi panas

### DAFTAR PUSTAKA

- Arda, G., IB. P. Gunadnya, & Ni Luh Yuliantini. (2015). Panduan Praktikum Teknik Pengeringan. *Universitas Udayana*.
- Dewi, I., Marcella Perrawati, & Husin Ibrahim. (2022). Analisa alat Penukar Kalor Tipe Shell and Tube pada Pendingin tertutup untuk Air Demin (Close cooling water Heat Exchanger) di ST 1.0 PLTGU UPDK Belawan. *Politeknik Negeri Medan*.
- Fasina, O., & Z. Colley. (2008). Viscosity and Specific Heat of Vegetable Oils as a Function of Temperature 35 Celcius to 180 Celcius. *Departement of Biosystems Engineering, Auburn University, Auburn, USA*.
- Holman, J., & E. Jasfi. (1997). *Perpindahan Kalor*. Jakarta: ERLANGGA.
- Komaryati, S., Dadang Setiawan, & Tjutju Nurhayati. (1995). Analisa Kimia dan Destilasi Kering Kayu Karet.
- Nainggolan, W. S. (1987). *Termodinamika*. Yogyakarta: CV.ARMICO.
- Pudjanarsa, A., & Djati Nursuhud. (2012). *Mesin Konversi Energi*. Yogyakarta: ANDI Yogyakarta.
- Putra, S. A., & Novrinaldi. (2019). Analisa Energi Panas pada Alat Pengering Gabah Tipe Swirling Fluidized Bed. *Pusat Penelitian Teknologi Tepat Guna*.
- Suhelmi, M. F., Ratna Dewi Anjani, & Najmudin Fauji. (2022). Perhitungan Efisiensi Pengeringan pada Mesin Pengering Gabah Tipe Flat bed Dryer. *Universitas Singaperbangsa Karawang*, 16 - 20.
- Taufiq, M. (2004). Pengaruh Temperatur Terhadap Laju Pengeringan Jagung pada Pengering Konvensional dan fluidized bed. *Universitas Sebelas Maret Surakarta*.
- Wood, B. D., & Zulkifli Harahap. (1988). *Penerapan Termodinamika*. Jakarta: ERLANGGA.



## **INFORMASI UNTUK PENULISAN NASKAH JURNAL TEKNIK MESIN UBL**

### **Persyaratan Penulisan Naskah**

1. Tulisan/naskah terbuka untuk umum sesuai dengan bidang Teknik Mesin.
2. Naskah dapat berupa :
  - a. Hasil Penelitian.
  - b. Kajian yang ditambah pemikiran penerapannya pada kasus tertentu, yang belum dipublikasikan,

Naskah ditulis dalam bahasa Indonesia atau Inggris. Naskah berupa rekaman dalam Disc (disertai dua eksemplar cetaknya) dengan panjang maksimum dua puluh halaman dengan ukuran kertas A4, ketikan satu spasi, jenis huruf Times New Roman (font size 12). Naskah diketik dalam pengolah kata MsWord dalam bentuk siap cetak.

### **Tata Cara Penulisan Naskah**

1. Sistematika penulisan disusun sebagai berikut :
  - a. Bagian Awal : judul, nama penulis, alamat penulis dan abstrak (dalam dua bahasa : Indonesia dan Inggris)
  - b. Bagian Utama : pendahuluan (latar belakang, permasalahan, tujuan) , tulisan pokok (tinjauan pustaka, metode, data dan pembahasan.), kesimpulan (dan saran).
  - c. Bagian Akhir : catatan kaki (kalau ada) dan daftar pustaka. Judul tulisan sesingkat mungkin dan jelas, seluruhnya dengan huruf kapital dan ditulis secara simetris.
2. Nama penulis ditulis :
  - a. Di bawah judul tanpa gelar diawali huruf kapital, huruf simetris, jika penulis lebih dari satu orang, semua nama dicantumkan secara lengkap.
  - b. Di catatan kaki, nama lengkap dengan gelar (untuk memudahkan komunikasi formal) disertai keterangan pekerjaan/profesi/instansi (dan kotanya, ); apabila penulis lebih dari satu orang, semua nama dicantumkan secara lengkap.
3. Abstrak memuat semua inti permasalahan, cara pemecahannya, dari hasil yang diperoleh dan memuat tidak lebih dari 200 kata, diketik satu spasi (font size 12).
4. Teknik penulisan : Untuk kata asing dituliskan huruf miring.
  - a. Alenia baru dimulai pada ketikan kelima dari batas tepi kiri, antar alinea tidak diberi tambahan spasi.
  - b. Batas pengetikan : tepi atas tiga centimeter, tepi bawah dua centimeter, sisi kiri tiga centimeter dan sisi kanan dua centimeter.
  - c. Tabel dan gambar harus diberi keterangan yang jelas.
  - d. Gambar harus bisa dibaca dengan jelas jika diperkecil sampai dengan 50%.
  - e. Sumber pustaka dituliskan dalam bentuk uraian hanya terdiri dari nama penulis dan tahun penerbitan. Nama penulis tersebut harus tepat sama dengan nama yang tertulis dalam daftar pustaka.
5. Untuk penulisan keterangan pada gambar, ditulis seperti : gambar 1, demikian juga dengan Tabel 1., Grafik 1. dan sebagainya.
6. Bila sumber gambar diambil dari buku atau sumber lain, maka di bawah keterangan gambar ditulis nama penulis dan tahun penerbitan.
7. Daftar Pustaka ditulis dalam urutan abjad dan secara kronologis : nama, tahun terbit, judul (diketik miring), jilid edisi, nama penerbit, tempat terbit.