

## ANALISA PEMANFAATAN ENERGI TERBUANG (WASTED ENERGY) PADA PERENCANAAN HEATER DI PT SAMUDERA WINDU COLD STORAGE

**Erlangga Atidhira Hadijaya, Fuazen, Joni Rahmadi**

Universitas Muhammadiyah Pontianak, Indonesia

Email: erlangga.hadijaya@gmail.com, fuadzen60@gmail.com,

j0n1.rahmadisyamher@gmail.com

### Abstrak

Salah satu tipe dari alat penukar kalor yang banyak dipakai adalah alat penukar kalor dengan tipe shell dan tube. Kelayakan pembuatan alat penukar kalor ini dilihat dari pemanfaatan fluida pemanas dan fluida yang dipanaskan, seberapa besaran nilai ekonomis yang didapat. Dari data yang didapat, bahwa dalam proses pembuatan es batu menggunakan cold storage yang dalam proses pendinginan pada kondensor menggunakan air sungai dan memiliki temperature yang cukup tinggi, sehingga dapat dimanfaatkan untuk sumber pemanas. Melalui konsep Program Manajemen Energi (PME) dibuat alat penukar kalor dengan memanfaatkan panas sisa sebagai pemanas awal untuk penggunaan air konsumsi kebutuhan mandi, cuci, dan lain sebagainya.

**Kata Kunci:** Penukar Kalor; Shell Dan Tube; Program Energi Manajemen (PME).

### Abstract

*One type of heat exchanger that is widely used is the shell and tube type heat exchanger. The feasibility of making this heat exchanger is seen from the use of heating fluid and heated fluid, how much economic value is obtained. From the data obtained, that in the process of making ice cubes using cold storage which is in the cooling process in the condenser using river water and has a high enough temperature, so that it can be used as a heating source. Through the concept of the Energy Management Program (PME) a heat exchanger with utilizing residual heat as a preheater for the use of water consumption for bathing, washing, and so on.*

**Keywords:** Heat Exchanger; Shells and Tubes; Energy Management Program (PME).

### Pendahuluan

Di Negara-negara maju Program Energi Manajemen (PEM), merupakan salah satu solusi dalam rangka penghematan dan pemanfaatan energi yang ada. Terdapat dua target umum dari Program Energi Manajemen (PEM); Pertama, menghemat penggunaan segala jenis energi dengan cara mengurangi atau menghilangkan energi terbuang (*wasted energi*) dan menggunakan energi secara efisien. Kedua, di beberapa industri mungkin

<b>How to cite:</b>	Erlangga Atidhira Hadijaya, Fuazen, Joni Rahmadi (2023) Analisa Pemanfaatan Energi Terbuang (Wasted Energy) pada Perencanaan Heater di PT Samudera Windu Cold Storage, (8) 8, <a href="http://dx.doi.org/10.36418/syntax-literate.v6i6">http://dx.doi.org/10.36418/syntax-literate.v6i6</a>
<b>E-ISSN:</b>	2548-1398
<b>Published by:</b>	Ridwan Institute

perlu mengganti bahan bakar yang biasa digunakan untuk pabrik mereka dengan yang lebih murah, misalnya mengganti BBM (yang mahal) dengan gas (yang murah).

Sehingga dengan demikian akan banyak keuntungan yang bisa didapat, antara lain : (1) Memangkas biaya energi, (2) Meningkatkan keuntungan perusahaan, (3) Mengurangi resiko kekurangan suplai energi, (4) Keuntungan lingkungan, yaitu mengurangi emisi gas karbon, (5) Meningkatkan kemampuan perusahaan dalam berkompetisi, karena dengan penghematan biaya yang dicapai perusahaan dapat meningkatkan kualitas produk dan service, (6) dan lain-lain.

PT. Samudera Windu Cold Storage yang terletak di Kecamatan Sei. Raya Kabupaten Kubu Raya merupakan perusahaan yang bergerak dalam industry pengepakan makanan (pengolahan atau penanganan pasca panen udang sebelum dijual ke pasaran) dan pembuatan es balok yang diperuntukkan untuk kapal-kapal nelayan dan industry pengawetan makanan.

Seperti pada umumnya sistem pendingin (*Cold Storage*) yang digunakan bekerja berdasarkan siklus kompresi uap (*Vapor Compression Cycle*). Dimana pada sistem pendingin ini terdiri atas empat komponen utama, yaitu: Kompresor, kondensor, katup ekspansi dan evaporator, dimana bekerja p

ada siklus tertutup dan berlangsung secara terus menerus berdasarkan fungsi masing-masing komponen tersebut.

Secara sederhana kompresor melakukan langkah kompresi terhadap refrigerant yang digunakan dan ini bertujuan untuk menaikkan tekanan dan temperature kerja dari refrigerant dengan sistem diberi kerja dari luar, refrigerant yang sudah memiliki tekanan dan temperature yang tinggi masuk ke kondensor, disini refrigerant akan diturunkan temperaturnya namun tekanan dijaga tetap (konstan), biasanya berlangsung dengan cara perpindahan panas konveksi paksa (dengan media udara atau lainnya).

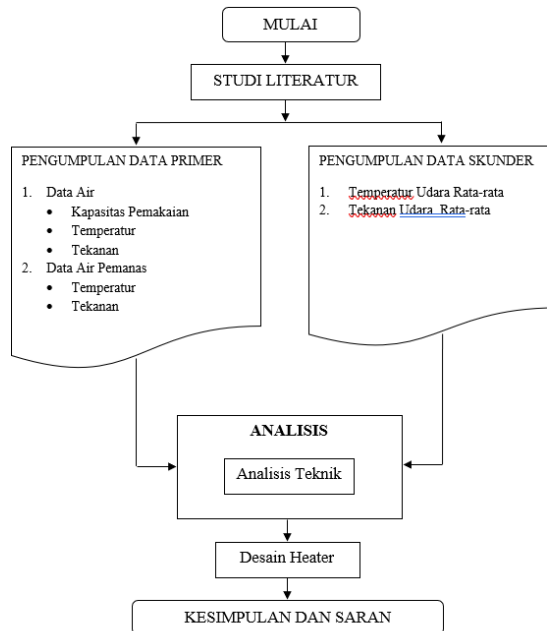
Refrigerant yang telah mengalami penurunan temperature namun tekanan tetap dijaga konstan masuk ke katup ekspansi, disini refrigerant akan diekspansikan sehingga tekanannya akan turun dan temperature juga akan ikut turun sesuai dengan kaidah sistem ideal, dan dari sini refrigerant akan masuk ke evaporator, di evaporatorlah refrigeran sebagai media pendingin akan menyerap beban panas dari produk untuk seterusnya akan dibuang ke udara luar.

Dari pengamatan yang telah dilakukan, untuk sistem pendingin (*Cold Storage*) di PT. Samudera Windu Cold Storage. Pada proses penurunan temperature atau pelepasan panas di kondensor yang berlangsung pada tekanan tetap (konstan) digunakan media pendingin air sebagai media perpindahan panas konveksi paksa, dan mengingat jumlah atau kapasitas sistem pendingin yang begitu besar maka banyaknya air sebagai media penndingin juga dalam jumlah yang begitu besar.

## Metode Penelitian

### 1. Bagan Alir Penelitian

Penelitian yang dilakukan mengikuti bagan alir sebagai berikut :



**Gambar 1** Bagan alir penelitian

### 2. Variabel Penelitian

Variabel penelitian meliputi data air yang dikondisikan untuk menjadi air panas, yang terdiri atas; kapasitas pemakaian, temperatur dan tekanan kerja. Sementara media yang digunakan untuk pemanas, terdiri atas temperatur dan tekanan. Dari hasil pengukuran di lapangan didapat sebagai berikut:

1) Data:

Kapasitas pemakaian = 200 liter/menit

Temperatur = 20 °C

Tekanan = 1 atm

2) Data air pemanas:

Temperatur = 80 °C

Tekanan = 1 atm

### 3. Analisis Data

1. Analisis kelayakan teknik yang dilakukan meliputi:

a. Perhitungan luas daerah perpindahan panas

Dalam menentukan luas daerah perpindahan panas ada beberapa hal yang dihitung terlebih dahulu, yaitu: panas yang diserap oleh air baku, pemilihan aliran untuk menentukan jenis aliran turbulen atau laminar, koefisien perpindahan

- panas menyeluruh, log mean temperatur defference (LMTD), temperatur efisiensi penukar kalor, dan perhitungan panjang tube.
- b. Pemilihan type shell dan perhitungan shell yang meliputi diameter dalam dan luar shell, dengan pertimbangan ketebalan bahan shell diasumsikan dengan menyesuaikan dengan bahan yang terdapat di pasaran.
  - c. Perhitungan pemeriksaan kekuatan tube.
  - d. Perhitungan pemuaiian yang terjadi pada tube dan shell.
  - e. Pemilihan dan perhitungan baffle dan tube sheet.
  - f. Perhitungan saluran masuk dan keluar.
  - g. Perhitungan media pemanas.
  - h. Perhitungan saluran masuk dan keluar media pemanas.
  - i. Perhitungan pressure drop.

#### 4. Gambaran Umum Perusahaan

PT. Samudera Windu Cold Storage yang terdapat di Provinsi Kalimantan Barat Kabupaten Kubu Raya Kecamatan Sungai Raya Jalan merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dalam industri pengawetan makanan (udang) dan pembuatan es untuk konsumsi kapal-kapal nelayan.

Kedua proses ini menggunakan mesin pendingin atau yang kita kenal dengan istilah cold storage. Seperti kita ketahui bahwa dalam sistem cold storage dengan cara menggunakan siklus kompresi uap, maka terdapat 4 (empat) komponen utama dalam cold storage ini, yaitu; kompresor, kondensor, katup ekspansi dan evaporator, dan bekerja pada siklus tertutup dan berlangsung secara terus menerus berdasarkan fungsi masing-masing komponen tersebut.

Secara sederhana kompresor melakukan langkah kompresi terhadap refrigerant yang digunakan dan ini bertujuan untuk menaikkan tekanan dan temperature kerja dari refrigerant dengan sistem diberi kerja dari luar, refrigerant yang sudah memiliki tekanan dan temperature yang tinggi masuk ke kondensor, disini refrigerant akan diturunkan temperaturnya namun tekanan dijaga tetap (konstan), biasanya berlangsung dengan cara perpindahan panas konveksi paksa (dengan media udara atau lainnya).

Refrigerant yang telah mengalami penurunan temperature namun tekanan tetap dijaga konstan masuk ke katup ekspansi, disini refrigerant akan diekspansikan sehingga tekanannya akan turun dan temperature juga akan ikut turun sesuai dengan kaidah sistem ideal, dan dari sini refrigerant akan masuk ke evaporator, di evaporatorlah refrigeran sebagai media pendingin akan menyerap beban panas dari produk untuk seterusnya akan dibuang ke udara luar.

Dari pengamatan yang telah dilakukan, untuk sistem pendingin (Cold Storage) di PT. Samudera Windu Cold Storage. Pada proses penurunan temperature atau pelepasan panas di kondensor yang berlangsung pada tekanan tetap (konstan) digunakan media pendingin air sebagai media perpindahan panas konveksi paksa, dan mengingat jumlah atau kapasitas sistem pendingin yang begitu besar maka banyaknya air sebagai media penndingin juga dalam jumlah yang begitu besar.

## Hasil dan Pembahasan

### 1. Data-Data Perencanaan

Untuk menganalisa dan merencanakan Heater di PT. Samudera Windu Cold Storage, data-data yang dibutuhkan adalah:

a) Data air baku yang akan digunakan:

Kapasitas pemakaian = 200 liter/menit

Suhu = 20 °C

Tekanan = 1 atm

b) Data air pemanas:

Suhu = 80 °C

Tekanan = 1 atm

c) Kondisi yang diinginkan :

Suhu = 40 °C

Tekanan = 1 atm

Air baku yang akan dipanaskan rencananya dimanfaatkan untuk pemakaian keperluan mandi, cuci dan lain sebagainya dengan temperature seperti di atas. Pertimbangan temperature 40 °C diambil karna untuk keperluan mandi temperature tersebut dianggap memenuhi syarat kenyamanan dan keamanan. Berangkat dari ha tersebut maka diperlukan sebuah alat dan direcanakan menggunakan media pemanas yaitu air panas (bekas) yang mempunyai keadaan sebagaimana di atas, dan alat yang dipilih adalah Heat Exchanger jenis Tube dan Shell.

### 2. Pemilihan Bahan Tube

Dalam perencanaan dan pemilihan bahan tube, pertimbangan utama yang digunakan adalah kemudahan tube tersebut diperoleh di pasaran dan jenis bahannya tahan korosi. Atas pertimbangan tersebut maka dalam perencanaan ini bahan tube yang dipergunakan atau dipilih adalah Copper-nickel (Manganin) dengan komposisi: (a) 84 % Cu. (b) 4,5 % Ni. (c) 12,5 % Mn.

### 3. Pemilihan Jenis Heat Exchanger

Dalam pemilihan jenis Heat Exchanger dan dengan pertimbangan dari data-data yang didapat, maka penulis mengambil type Heat Exchanger berdasarkan standar TEMA sebagai berikut: (a) Front End type A. (b) Shell type E. (c) Real End type S.

Aliran larutan dalam tube dibuat 2 tingkat, sedangkan aliran air panas dalam shell 1 tingkat (1-2 pass).

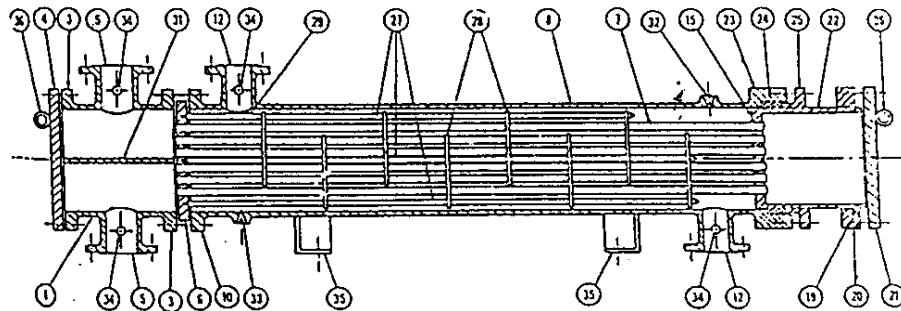
#### 4. Menentukan Dimensi Tube

Untuk menentukan dimensi tube terlebih dahulu ditentukan jumlah tube seluruhnya. Dalam hal ini jumlah tube ditentukan dengan metode trial and error, diambil: (a) jumlah tube = 100 buah. (b) jumlah tie rod = 6 buah.

Jumlah tube yang dilalui larutan adalah  $100 - 6 = 94$  buah

Jumlah tube yang dilalui larutan dalam 1 tingkat adalah

$$n = \frac{94}{2} = 47 \text{ buah}$$



Keterangan:

1. Saluran ujung yang tetap Stationary Head-Channel.
2. Topi ujung yang tetap; stationary head-Bonnet.
3. Saluran atau topi ujung yang tetap: stationary head flange-Channel or Bonnet.
4. Tutup saluran-channel cover.
5. Nossel ujung yang stasioneri-Stationary Nozzle Head.
6. Pelat tube stasioneri - Stationary tube sheet
7. Tube
8. Shell atau bejana
9. Tutup shell-shell cover
10. Flens shell pada ujung yang stasioner, sell flange stasionery head end
11. Flens shell ujung yang di belakang, shell flenge-Read Head End
12. Nossel shell
13. Flens penutup shell-shell cover flenge
14. Sambungan ekspansi-Expantion joint
15. Pelat tube yang mengambang-Floating Head Cover
16. Tutup kepala yang mengambang-Floating Head Cover
17. Flens kepala yang mengambang-Floating Head Flange
18. Penahan kepala yang mengambang, -Floating Head Backing Device
19. Cincin pernisah-Split Shear ring
20. Flens penahan dengan slip-on-Slip-on Backing Service
21. Tutup kepala yang mengambang yang menyusur, Floating head Cover
22. Pelat tube yang mengambang yang menyusur, Floating tube sheet Skirt
23. Flans packing-Packing Follower Ring
24. Packing
25. Cincin penekan packing-Packing, Follower Ring

26. Cincin latern-Latern Ring
27. Batang pengikat dan spasi-Tie rods and spacer
28. Pelat penahan atau sekat transverse–Transverse Baffles or Support Plate
29. Sekat yang disentuh langsung-Impingement Baffles
30. Sekat yang longitudinal (paralel dengan tubes)-Longitudinal Baffles
31. Pemisah aliran pass-Pass Partition
32. Sambungan untuk venting
33. Sambungan untuk buangan (drain)
34. Sambungan untuk instrument
35. Penahan bejana ke pondasi atau sadel–Support Saddle
36. Tahanan untuk mengangkat-Lifting Lug
37. Penahan Gantungan (bracket)
38. Weir
39. Saluran untuk cairan-Liquid level Connection

Banyaknya aliran dalam satu tube:

$$w = q \times \rho / n$$

Dimana:

$$\begin{aligned} q &= 200 \text{ liter/menit} \\ &= 200 \times 0,03532 \text{ ft}^3/\text{menit} \\ &= 7,064 \text{ ft}^3/\text{menit} \\ &= 0,11773 \text{ ft}^3/\text{sec} \\ &= 423,84 \text{ ft}^3/\text{hr} \end{aligned}$$

Kondisi fhisis untuk air baku yang akan dipanaskan:

a. Temperatur

- Temperatur masuk,  $t_1 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$  ( $68 \text{ }^\circ\text{F}$ )
- Temperatur keluar,  $t_2 = 40 \text{ }^\circ\text{C}$  ( $104 \text{ }^\circ\text{F}$ )
- Temperatur tengah,  $t_z = 35 \text{ }^\circ\text{C}$  ( $95 \text{ }^\circ\text{F}$ )

b. Tekanan

- Tekanan masuk,  $P_1 = 1 \text{ atm}$
- Tekanan keluar,  $P_2 = 1 \text{ atm}$

Sehingga pada temperature  $35 \text{ }^\circ\text{C}$  ( $95 \text{ }^\circ\text{F}$ ) air baku dari referensi Principles of Heat Transfer hal. 636 didapat harga-harga:

$$\rho = 62,545 \text{ lb/ft}^3$$

$$C_p = 0,9980 \text{ BTU/lb }^\circ\text{F}$$

$$K = 0,363 \text{ BTU/hr ft }^\circ\text{F}$$

$$Pr = 4,34$$

$$M = 1,60 \text{ lb/hr ft}$$

$$= 0,00044 \text{ lb/sce.ft}$$

Jadi:

$$w = (q \times \rho) / n$$

$$= (7,064 \times 62,545) / 47 = 9,4 \text{ lb/menit}$$

$$= 0,16 \text{ lb/sec}$$

Berdasarkan ref 12 hal. 29 Tabel "STEAM LESS BOILER TUBES" di dapat ukuran-ukuran tube:

$$\text{Size} = 3/4''$$

$$d_o = 26,9 \text{ mm} = 1,059 \text{ Inc} = 0,08825 \text{ ft}$$

$$d_i = 22,3 \text{ mm} = 0,87795 \text{ Inc} = 0,0732 \text{ ft}$$

$$\text{BWG} = 13$$

$$\text{Wall Thickness; } x_w = 2,3 \text{ mm} = 0,09 \text{ Inc} \\ = 7,5 \cdot 10^{-3} \text{ ft}$$

$$\text{Inside Cross Sectional; } A_i = \pi/4 \cdot d_i^2 = 0,61 \text{ Inc}^2 = 0,0042 \text{ ft}^2$$

## 5. Menghitung Luas Daerah Perpindahan Panas

Luas daerah perpindahan panas dapat ditentukan dengan:

$$Q = U \cdot A \cdot \text{LMTD} \dots \dots \dots (4.1)$$

Dimana:

Q = Panas yang diserap oleh air baku

U = Koefisien perpindahan panas menyeluruh

A = luas daerah perpindahan panas

LMTD = beda suhu rata-rata

## Kesimpulan

Dari hasil penelitian mengenai perencanaan heater di PT. Samudera Windu Cold Storage yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

Heater yang dipilih untuk memanaskan air baku (Type berdasarkan TEMA) adalah:

- (a) Front End type A. (b) Shell type E. (c) Real End type S.

Aliran larutan dalam tube dibuat 2 tingkat, sedangkan aliran air panas dalam shell 1 tingkat (1-2 pass).

Dimensi heater didapat: (a) Diameter luar shell sebesar 16 Inc. (b) Diameter dalam shell sebesar 15,22 Inc. (c) Panjang tube sebesar 180 Inc. (d) Jumlah tube 94 buah.

Dengan bahan tube yang dipilih adalah *Copper-nickel (Manganin)* dengan komposisi: 84 % Cu; 4,5 % Ni dan 12,5 % Mn.

Size tube 3/4 Inc dengan ukuran:

$$d_o = 26 \text{ mm} = 1,059 \text{ Inc} = 0,08825 \text{ ft}$$

$$d_i = 22,3 \text{ mm} = 0,87795 \text{ Inc} = 0,0732 \text{ ft}$$

$$\text{BWG} = 13$$

- a. Jumlah tie rod 6 buah. (1) Pemuaian pada tube yang terjadi sebesar 0,16 Inc. (2) Pemuaian pada shell yang terjadi sebesar 0,12. (3) Perbedaan panjang antara tube dengan shell setelah pemuaian adalah 0,05 Inc. (4) Baffle yang digunakan dengan jenis 25 % dari diameter shell. (5) Jarak antara baffle adalah 6 Inc. (6) Jumlah baffle diambil sebanyak 29 buah. (7) Tebal baffle diambil sebesar 1/4 Inc. (8) Diameter saluran masuk dan keluar air baku adalah 6 Inc. (9) Diameter saluran masuk dan keluar media pemanas adalah 6 Inc. (10) Banyaknya media pemanas yang



dibutuhkan untuk memanaskan air baku sebanyak 200 liter/menit dari temperature 68 °F menjadi 104 °F adalah 138,15 liter/menit dengan temperatur 176 °F.

## BIBLIOGRAFI

- [1] C.o. Bennet and J.E. Myer, " *Momentum, Heat And Mass Transfer*", McGraw Hill Inc, 1982.
- [2] Clark I and R.L. Davidson " *Manual For Process Engineering Calculation*" Second Edition Me. Graw Hill Book Company, New York 1962.
- [3] Frank Kreith And ArkoPriyono, M.Sc, " *Prinsip-Prinsip Perpindahan Panas*" Edisi Ketiga.
- [4] Frank Kreith And Bohn, Harper And Row, " *Principles Of Transfer*" Publiser Inc ,1986.
- [5] Ir. Tunggul M. Sitompul, SE, M.Sc, " *Alat Penukar Kalor*" PT. Raja Grafindo Persada, 1991.
- [6] JP. Holman, " *Perpindahan Kalor*" Erlangga, 1991.
- [7] Ir. Djatmiko Ichsani, M.Eng " *Diktat Perpindahan Panas I*"
- [8] Ir. Djatmiko Ichsani, M.Eng " *Diktat Perpindahan Panas II*"
- [9] J.M. Coulson and J.F. Richardson with J.R. Bachurst and J.H. Harker, " *Chemical Engineering*" Volume I Fourth Edition, Pergamon Press.
- [10] Mahon, Harold, Miklos and Hans Linear. Efficient Energy Management, Prentice-Hall Inc. New Jersey, 1983
- [11] Moss, K.J Energy Management and Operating Cost in Building, E&FN Spon, London, 1997
- [12] O'Callaghan Paul. Energy Manajement. McGraw-Hill Book Company Europe, 1993
- [13] Peters Max S, Timmerhaus, Klaus D, " *Plant Design Nad Economics For Chemical Engineers*" Second Edition McGraw Hill Kogakusha, Ltd Tokyo, 1968.
- [14] Robert H. Perry dan Cecil H. Chilton " *Chemical Engineers Handbook*" Fifth Edition MC. Graw Hill Kogakusha, Ltd.
- [15] Robert M. Drake, JR dan E.R.G. Eckert, " *Mechanical Engineering (Heat and Mass Transfer)*" MC. Graw Hill Book Company Inc 1959.
- [16] Robert H. Perry, Don W. Green dan James O. Malony " *Chemical Engineers Hand Book, Sixth Edition*" MC. Graw Hill Book Company.
- [17] Tucula, Adrian. Energy Efficient Design for Commercial Buildings, McGraw-Hill Book Company, 1995

- [18] Schiler, Marc. Simplified design of building lighting. John Wiley and Sons Inc, 1992
- [19] Stoecker,W.F and Jones J.W. Refrinerasi dan Pengkondisian Udara, Jakarta Erlangga, 1994
- [20] William H. Mc. Adams, "*Heat Transmision*" MC.Graw Hill IncBookCompany.

---

**Copyright holder:**

Erlangga Atidhira Hadijaya, Fuazen, Joni Rahmadi (2023)

**First publication right:**

Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia

**This article is licensed under:**

