Pemanfaatan Energi Kalor Pada AC Split 2PK Untuk Memanaskan Air Dengan Penukar Panas Jenis Koil

by Anjas Permana

Submission date: 01-Feb-2020 11:36AM (UTC+0700)
Submission ID: 1249660263
File name: it_2PK_Untuk_Memanaskan_Air_Dengan_Penukar_Panas_Jenis_Koil.docx (963.69K)
Word count: 1184
Character count: 6189

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air Conditioning (AC) merupakan alat yang digunakan untuk mengkondisikan temperatur udara pada ruangan menjadi lebih rendah dari udara disekitarnya, pada umumnya AC menggunakan siklus refrigerasi, saat ini Ac dituntut untuk hemat listrik, biaya perawatan nya murah serta refrigerant yang digunakan harus ramah lingkungan. Teknologi refrigeran (fluida pendingin) yang terdapat dipasaran dituntut untuk ramah lingkungan, aspek teknis lainnya yang diperlukan. Suatu refrigran yang dipakai memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing oleh karena itu, diperlukan kebijakan dalam memilih refrigeran yang paling aman berdasarkan kepentingan saat ini dan masa yang akan datang (Basri, Anwar, & Mustafa, 2014).

Pada saat ini AC split banyak digunakan bagi kehidupan manusia. Baik dari segi kenyamanan manusia dalam ruangan berskala besar maupun untuk keperluan rumah tangga, AC memiliki beberapa komponen utama berupa kompresor, kondensor, refrigeran, katup ekspansi, dan evaporator. Dan dari komponen tersebut memiliki peranan tersendiri. Kompresor memiliki peranan untuk menaikkan tekanan dan temperature refrigeran, temperatur tinggi yang terbuang dari kompresor ini nantinya akan terbuang langsung ke atmosfir dan lama kelamaan akan menyebabkan *global warming*. Dengan menambahkan alat penukar panas pada AC standard yaitu berupa *Heat exchanger* tipe Koil, panas yang sebelumnya terbuang dapat dimanfaatkan untuk memanaskan air yang dapat digunakan untuk berbagai macam keperluan. Sehingga AC yang biasa digunakan untuk mendinginkan ruangan juga dapat memanaskan air, pengkondisian udara menjadi lebih efisien dikarenakan pembuangan panansnya lebih optimal karena penambahan koil (Santoso, setiaji, 2013). Panas yang terbuang tersebut dapat kita manfaatkan untuk memanaskan air. Memanfaatkan panas yang terbuang tersebut

tentu akan mempengaruhi kerja dari AC split tersebut maka perlu dilakukan penelitian dengan menambahkan penukar kalor jenis koil dengan judul penelitian "**PEMANFAATAN ENERGI KALOR PADA AC SPLIT 2PK UNTUK MEMANASKAN AIR DENGAN PENUKAR PANAS JENIS KOIL**".

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan dianalisis dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Sejumlah panas terbuang dari kondensor AC split ke udara sekeliling, udara yang terbuang ini dapat dimanfaatkan menggunakan penukar kalor untuk memanaskan air untuk mencegah peningkatan temperatur
2. Penukar kalor tipe koil dapat digunakan untuk memanfaatkan panas yang terbuang dari kondensor untuk memanaskan air.

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Jenis Penukar Kalor tipe *Helical Tube*
2. Energi kalor yang dimanfaatkan hanya pada kalor yang terbuang dari compressor pada pipa tembaga menuju kondensor
3. Menghitung laju perpidahan kalor, efektivitas, dan efisiensi penukar kalor tipe koil

1.4 Tujuan penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Rancang bangun penukar kalor tipe koil
2. Menghitung dan menganalisa energi panas dari kompresor untuk dimanfaatkan kembali guna memanaskan air.
3. Menghitung efisiensi pada *Heat exchanger* di sistem AC Split

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Mampu menerapkan ilmu rancang bangun penukar kalor tipe koil
2. Dapat dijadikan referensi bagi peneliti dalam pengembangan AC Split.

BAB 2
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penyegar Udara

Penyegar udara atau *Air conditioning* (AC) terdiri dari komponen utama yaitu: kompressor, kondensor, evaporator dan katup ekspansi. Berikut ini akan dijelaskan sejarah, pengertian, komponen-komponen, dan jenis-jenis AC.

2.1.1 Sejarah Penyegar Udara

Menurut (Arismunandar, 1981) bahwa manusia selalu membutuhkan udara yang nyaman agar dapat beraktivitas dengan optimal. Kenyamanan ruangan dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti temperatur, kelembaban, sirkulasi serta kebersihan udara. Untuk menghasilkan udara yang nyaman manusia melakukan banyak upaya diantaranya dengan pengaturan ventilasi, pencahayaan, dan pengkondisian udara ruangan. AC berfungsi memindahkan kalor dari dalam keluar

ruangan atau sebaliknya. Sebagai contoh, pada daerah bertemperatur rendah (seperti di Eropa) bagian komponen kondensor digunakan sebagai pemanas ruangan (pompa kalor). Sedangkan, sebaliknya pada daerah bertemperatur tinggi justru komponen evaporator digunakan sebagai penyejuk udara dan pengontrol uap air.

AC beroperasi menggunakan energi listrik. Besarnya energi listrik yang digunakan tergantung pada kapasitas kompresor. Sistem pengkondisian udara pertama kali digunakan untuk industri serta untuk kenyamanan. Eastman Kodak memasang sistem pengkondisian udara pertama pada tahun 1891 di Rochester, New York untuk penyimpanan

film fotografi. Banyak sistem dipasang di pabrik tembakau dan tekstil sekitar tahun 1900. Sistem pengkondisian udara domestik pertama dipasang di sebuah rumah di Frankfurt pada tahun 1894 (Kharagpur, 2008).

2.1.2 Pengertian Penyegar Udara

Secara umum, AC merupakan alat yang digunakan untuk mengkondisikan temperatur udara pada ruangan menjadi lebih rendah dari udara disekitarnya atau dengan kata lain AC berfungsi sebagai penyejuk udara.

AC adalah suatu alat, sistem atau mekanisme yang dirancang untuk mengubah temperatur pada suatu ruangan menjadi lebih rendah dari temperatur disekitarnya dengan menggunakan siklus refrigerasi.

2.1.3 Jenis-Jenis AC

Secara umum, jenis-jenis AC diuraikan sebagai berikut:

1. *Window and Through the Wall Air Conditioner*

AC tipe ini biasa digunakan sebagai penyejuk ruangan di sebuah rumah. Berbentuk persegi panjang dan diletakkan di dinding atau dekat jendela.

2. *Portable Air Conditioner*

AC tipe ini berbentuk box berukuran besar dan memiliki beberapa roda sehingga dapat dengan mudah dipindahkan dari satu ruangan ke ruangan yang lainnya.

3. *Central Air Conditioner*

AC tipe ini merupakan suatu sistem penyejuk ruangan yang menggunakan pipa untuk mendistribusikan udara dingin ke setiap ruangan dalam sebuah bangunan. AC ini banyak digunakan pada gedung pusat bisnis.

4. *Ductless, Duct-free*

AC tipe ini merupakan AC yang mengkombinasikan beberapa karakteristik dari AC sentral yang terdiri dari *window and though-the-wall-units*. AC tipe ini tidak dipasang di dinding ataupun di jendela dan meletakkan kompresor sebagai sumber kebisingan di luar ruangan.

2.2 Komponen AC *Split*

Komponen AC *split* terbagi menjadi 2 (dua) bagian, yaitu komponen *outdoor* dan *indoor*. Berikut uraian singkat komponen AC *split* yang dimaksud.

2.2.1 Outdoor

Komponen *outdoor* dari AC *split* terdiri dari, kompresor, kondensor, dan katup ekspansi berikut uraian komponen *outdoor*.

2.2.1.1 Kompresor

Kompresor pada dasarnya merupakan alat yang menghisap refrigeran yang masih bertekanan rendah kemudian dinaikkan menjadi bertekanan tinggi dan menaikkan temperatur dari refrigeran tersebut.

Menurut (Purnawan dkk, 2010) meningkatnya tekanan suction kompresor dapat menurunkan kerja kompresi, besar kapasitas relatif konstan terhadap peningkatan tekanan suction pada kompresor, dan meningkatnya tekanan suction kompresor juga meningkatkan COP. Suhu yang harus dicapai oleh evaporator ditentukan dari jenis refrigeran dan kompresor yang digunakan. kompresor berperan penting karena sebagai tempat sentral sirkulasi pada sistem refrigerasi. Kompresor dibagi atas:

1. Kompresor Torak

   Kompresor torak merupakan salah satu jenis kompresor yang telah digunakan untuk aplikasi yang sangat luas. Kompresor ini terdiri dari batang penggerak, silinder piston, *crank shaft*, dan sebagainya.

2. Kompresor Rotari

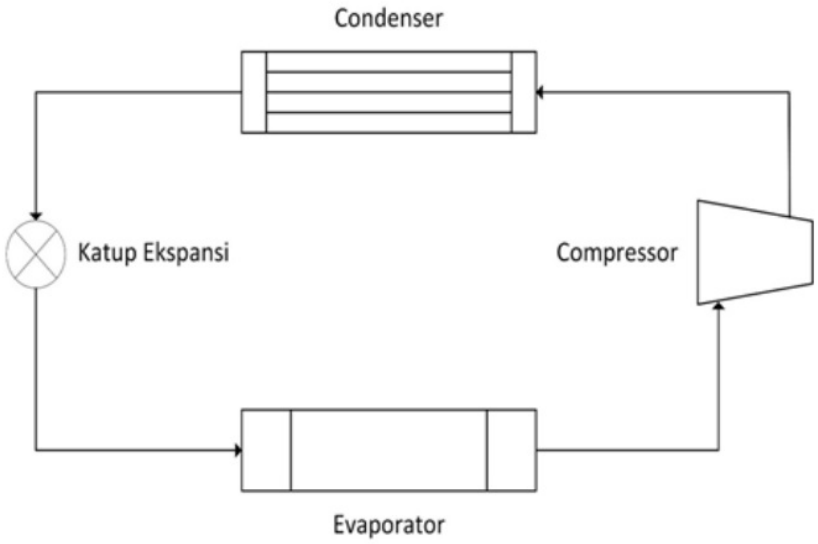
   Kompresor putar merupakan kompresor yang menghasilkan tekanan yang sangat tinggi.Pada kompresor putar getaran yang dihasilkan relatif kecil dibandingkan dengan kompresor torak. Hal ini disebabkan sudu-sudu pada kompresor putar yang merupakan elemen bolak-balik, dan mempunyai masa yang jauh lebih kecil daripada torak.

2.2.1.2 Kondenser

Kondensor adalah salah satu komponen pada siklus refrigerasi yang berfungsi untuk mengubah refrigeran dalam bentuk gas dari kompresor untuk dikembalikan ke bentuk cair serta menurukan tekanan dan temperaturnya. Kondensor pada AC udara digunakan sebagai pendingin refrigeran.

2.2.1.3 Katup Ekspansi

Katup ekspansi merupakan komponen pada AC *split* yang berfungsi untuk mengubah laju aliran dan massa dari refrigeran sebelum dialirkan ke evaporator. Alat ekspansi yang terdapat pada AC *split* biasanya berupa pipa kapiler. Pada katup ekspansi ini terjadi penyempitan jalur aliran yang menyebabkan penurunan tekanan refrigeran.



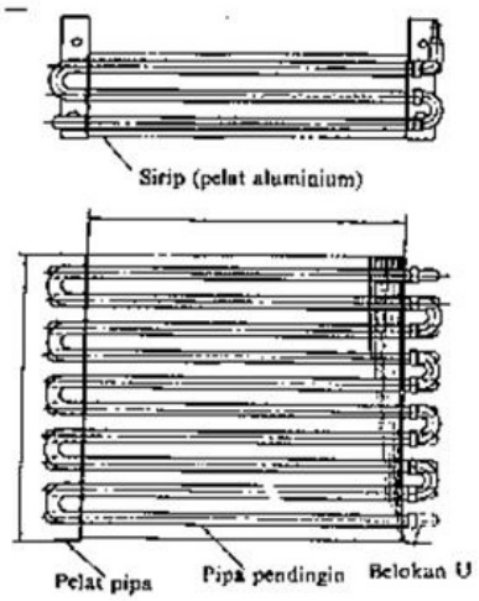
Gambar 2.1 Siklus Refrigerasi

2.2.2 Indoor

AC *split* juga memiliki komponen utama pada bagian *indoor* Berikut uraian singkat dari komponen *indoor.*

2.2.2.1 Evaporator

Evaporator merupakan salah satu komponen AC *split* yang berfungsi sebagai penyerap kalor dari ruangan disekitar dan mengalirkan kalor tersebut ke refrigeran. Proses penguapan yang terjadi akibat adanya penyerapan kalor dari refrigeran yang mempunyai temperatur lebih rendah dibandingkan temperatur ruangan yang ada di evaporator sehingga refrigeran tersebut akan menyerap panas dari dalam ruangan dan menyebabkan temperatur didalam ruangan akan turun (Kamajaya, 2006).



Gambar 2.2 Evaporator Koil Bersirip (Sungadiyanto, 2006)

2.3 Refrigeran

Refrigeran merupakan fluida yang digunakan sebagai pendingin pada sistem penyejuk udara. refrigeran yang akan digunakan harus aman untuk lingkungan demi mengurangi terjadinya kerusakan lapisan ozon yang akan berdampak pada pemanasan global (Basri, 2014) Refrigeran juga merupakan komponen terpenting dari dalam siklus refrigerasi. Refrigeran adalah komponen yang menciptakan efek dingin dan panas pada siklus refrigerasi.

Tabel 2.1 Macam-Macam Jenis Refrigeran (www.nationalelektronik.com, 2015)

Jenis Freon	ODP	GWP	*Cooling Index*	*Flammability*
R22	0.05	1810	100	TIDAK
R410A	0	2090	92	TIDAK
R32	0	675	160	RENDAH
R290	0	Kurang dari 3	83	TINGGI

Keterangan:

ODP = *Ozone Depletion Potential* (Potensi Perusakan Ozone).

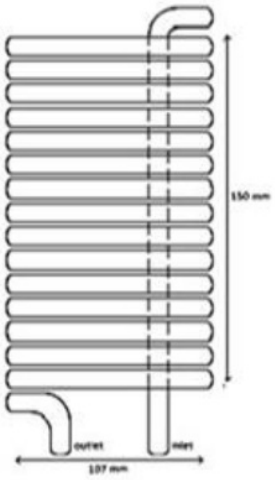
GWP = *Global Warming Potential* (Potensi Pemanasan Global).

Cooling Index = Angka *index* pendingin.

Flammability = Tingkat mudah terbakar Freon.

2.4 Penukar Kalor Tipe Koil

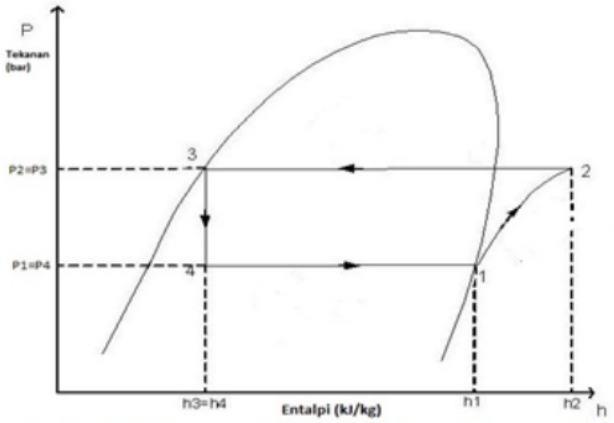
Penukar kalor tipe koil adalah salah satu tipe penukar kalor yang banyak digunakan dilapangan. Menurut (Zainuddin dkk, 2015) bahwa penukar kalor tipe koil yang diteliti menghasilkan panas yang maksimum dan minimum, dapat menghasilkan koefisien perpindahan kalor, efektivitas, dan NTU (*Number of Thermal Unit*). Penukar panas jenis koil dinilai sangat efektif untuk penukar kalor dengan daerah transfer panas yang besar pada ruang yang kecil. Sedangkan, menurut (Santoso, 2013) yang telah meneliti tentang penukar kalor tipe koil dengan refrigeran dan air menghasilkan korelasi antara waktu dan temperatur air masuk dan keluar.



Gambar 2.3 *Helical Tube* (Santoso & Setiaji, 2013)

2.5 Siklus Pengkondisian Udara

Siklus yang terjadi pada pengkondisian udara bekerja dengan cara menaikkan tekanan refrigeran dengan kompresor, kemudian mengembunkannya menjadi cairan, kemudian tekanan akan diturunkan kembali untuk mengubah refrigeran menjadi uap kembali.



Gambar 2.4 Diagram p-h Siklus Refrigerasi Kompresi Uap (Saksono, 2015)

Proses-proses yang bekerja pada siklus ini adalah:

a. 1-2 Proses Kompresi

Proses kompresi terjadi pada kompresor dan berlangsung secara *isentropic adiabatik*. Kondisi awal refrigeran pada saat masuk ke dalam kompresor adalah uap jenuh bertekanan rendah, setelah mengalami proses kompresi refrigeran akan menjadi uap bertekanan tinggi. Karena proses ini berlangsung secara *isentropik*, maka temperatur keluar kompresor pun meningkat.

b. 2-3 Proses Kondensasi

Proses kondensasi ini terjadi pada kondensor. Refrigeran yang bertekanan tinggi dan bertemperatur tinggi yang berasal dari kompresor akan membuang kalor sehingga fasanya berubah menjadi cair. Hal ini menunjukkan bahwa di dalam kondensor terjadi pertukaran kalor antara refrigeran dengan lingkungan (udara), sehingga panas berpindah dari refrigeran ke udara pendingin yang mengakibatkan perubahan fasa pada refrigeran yang sebelum berbentuk uap menjadi cair.

c. 3-4 Proses *Ekspansi*

Proses *ekspansi* ini berlangsung secara isoentalpi. Pada proses ini tidak terjadi perubahan entalpi terjadi *pressure drop* dan penurunan temperatur.

d. 4-1 Proses Evaporasi

Proses evaporasi terjadi secara isobar isothermal (tekanan konstan, temperatur konstan) pada evaporator. Panas pada ruang sekitar akan diserap oleh refrigeran yang bertekanan rendah sehingga menyebabkan perubahan fasa refrigeran uap bertekanan rendah. Kondisi refrigeran saat masuk evaporator sebenarnya adalah campuran cair dan uap.

2.6 Persamaan Matematik yang Digunakan

2.6.1 Proses Kompresi

Proses kompresi berlangsung secara adiabatik yang artinya tidak ada kalor yang masuk atau keluar sistem, perubahan energi kinetik dan potensial diabaikan, sehingga kerja kompresi sebagai berikut :

$$W_{kompresor} = \dot{m}\,(h_2 - h_1) \qquad (2.1)$$

keterangan :

$W_{kompresor}$ = Daya kompresor (kJ/s)

h_2 = Entalpi keluar kompresor (kJ/kg)

h_1 = Entalpi masuk kompresor (kJ/kg)

$\dot{m}$ = Laju aliran massa refrigeran (kg/s)

2.6.2 Proses Kondensasi

Pada proses evaporasi dan kondensasi perubahan energi kinetik dan energi potensial diabaikan, sehingga diperoleh rumus sebagai berikut :

$$Q_{evap} = \dot{m}\,(h_1 - h_4) \qquad (2.2)$$

keterangan :

Q_{evap} = Efek refrigerasi (kJ/s)

h_1 = Entalpi masuk evaporator (kJ/kg)

h = Entalpi keluar evaporator (kJ/kg)

$\dot{m}$ = Laju aliran massa refrigeran (kg/s)

Laju aliran kalor pada proses kondensasi dirumuskan sebagai berikut :

$$Q_{kond} = \dot{m}\,(h_2 - h_3) \qquad (2.3)$$

keterangan :

Q_{kond} = Kalor yang dilepas di dalam Kondensor (kJ/s)

h_2 = Entalpi Masuk Kondensor (kJ/kg)

h_3 = Entalpi Keluar Kondensor (kJ/kg)

$\dot{m}$ = Laju aliran massa refrigeran (kg/s)

2.6.3 Laju Aliran Massa Refrigeran

Laju aliran massa refrigeran menyatakan jumlah refrigeran yang disirkulasikan tiap satuan waktu. Laju aliran massa refrigeran dirumuskan sebagai berikut :

$$\dot{m}_{refrigeran} = \frac{Qevaporasi}{h1 - h4} \qquad (2.4)$$

keterangan :

$\dot{m}_{refrigeran}$ = Laju aliran massa refrigeran (kg/s)

Q_{evap} = Efek refrigerasi (kJ/s)

h_1 = Entalpi masuk evaporator (kJ/kg)

h_4 = Entalpi keluar evaporator (kJ/kg)

2.6.4 Coefficient Of Performance

Coefficient Of Performance (COP) menyatakan rasio antara manfaat yang dicapai dengan kerja yang dilakukan untuk mendapatkan manfaat tersebut.

Kondensor dan evaporator melibatkan kerja apapun dan kompresor dapat dikatakan adiabatik (Cengel, Y. A., 2013). Sedangkan usaha yang digunakan adalah kerja kompresor. Nilai COP diperoleh dengan mengunakan rumus:

$$COP_{AC} = \frac{\text{Qevaporasi}}{Wcompressor} \quad (2.6)$$

keterangan :

COP_{AC} = Coefficient of performance AC

Q_{cond} = Kalor yang dilepas Kondensor (kW)

W_c = Daya kompresor (kW)

2.7 Analisis *Heat Transfer* Tipe Koil

2.7.1 Laju Perpindahan Kalor

Laju perpindahan kalor yang diterima oleh air, dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$Q_{air} = mair\ x\ C_p\ x\ \Delta T\ (kW) \quad (2.7)$$

keterangan :

Q_{air} = Kalor yang diserap air (kW)

$\dot{m}$ = Laju aliran massa air (kg/s)

C_p = Kapasitas kalor spesifik (kJ/kg °C)

ΔT = Perubahan temperatur (°C)

2.7.2 Kalor yang dilepas Heat Exchanger

Kalor yang dilepas oleh HE, dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$Q_{HE} = mref\ x\ C_p\ x\ \Delta T\ (kW) \quad (2.8)$$

keterangan :

Q_{HE} = Kalor yang diserap air (kW)

$\dot{m}$ = Laju aliran massa refrigeran (kg/s)

C_p = Kapasitas kalor spesifik (kJ/kg °C)

ΔT = Perubahan temperatur (°C)

2.7.3 Efektivitas

Efektivitas termal *heat exchanger* merupakan perbandingan antara perpindahan temperatur yang diserap air dengan perpindahan kalor maksimum yang dilepas HE. Nilai efektivitas ditentukan sebagai berikut :

$$\varepsilon = \frac{Tair_{out} - Tair_{in}}{Tref_{out} - Tref_{in}} \quad (2.9)$$

keterangan :

ε = Efektivitas

$Tair_{in}$ = Temperatur air masuk (◦C)

$Tair_{out}$ = Temperatur air masuk (◦C)

$Tref_{in}$ = Temperatur refrigerant masuk (◦C)

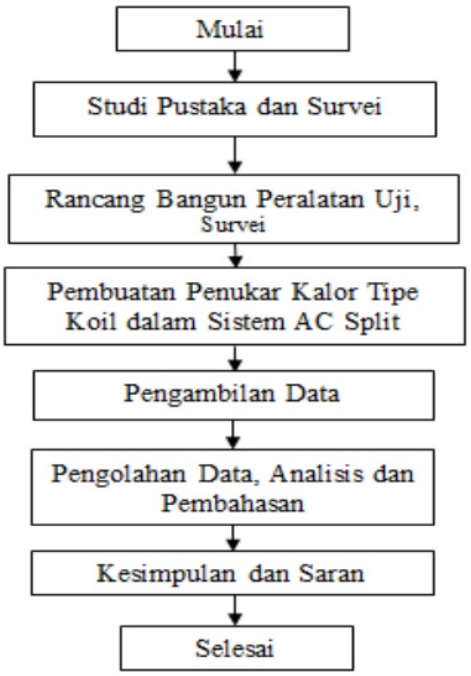
$Tref_{out}$ = Temperatur Refrigeran keluar (◦C)

BAB 3
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dan studi pustaka dengan cara membuat peralatan uji penukar kalor tipe koil pada sistem AC Split 2 PK.

3.2 Diagram Alir Penelitian



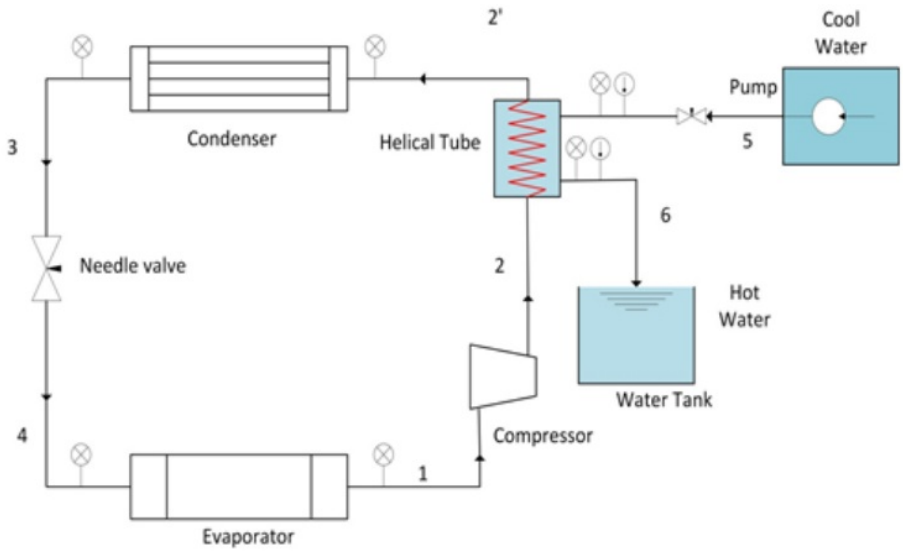
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.3 Tempat dan Waktu Penelitian

Dalam penelitian ini waktu pelaksanaannya direncanakan dari bulan Agustus 2017 – Desember 2017. Berikut tempat yang direncanakan untuk melakukan penelitian ialah di Laboratorium Konversi Energi II Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

3.4 Skematik Alat Uji

Berikut diuraikan prinsip kerja dari pemanas air menggunakan penukar panas tipe koil sebagai berikut:



Gambar 3.2 Skematik Alat Uji

3.5 Alat-Alat Yang Digunakan

Alat-alat yang digunakan dalam proses pembuatan alat penukar kalor tipe koil di AC, meliputi alat uji dan alat ukur.

3.5.1 Komponen Alat Uji

Komponen alat uji yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari kompresor, kondensor, katup ekspansi dan evaporator. Spesifikasi AC split ditunjukan pada tabel 3.1

Tabel 3.1 Spesifikasi AC Split

Spesifikasi	Nilai
Voltase	240 V- 220 V
Frekuensi	50 Hz
Cooling Capacity	2.65 – 2.60 kW
Current	4.2 A
Power Input	940 – 900 W
Katup Pengatur *(needle valve)*	1 Unit

Komponen – komponen peralatan dan alat ukur yang digunakan adalah :

1. Las *Argon*
2. *Pipe Bending*
3. *Pressure Gauge*
4. *Cutting Tool*
5. Pipa Tembaga ϕ 5 mm
6. Pipa PVC ϕ 10 cm
7. Lem PVC
8. Lem Kaca
9. *Leak Detector*
10. Termometer Analog & Air Raksa

3.6 Prosedur Pembuatan Koil

Untuk membuat alat penukar kalor dengan tipe koil, tahap pertama yang dilakukan adalah :

1. Melakukan pengukuran panjang pipa sesuai dengan desain yang telah dibuat.
2. Pipa yang telah diukur kemudian dipotong menggunakan *cutting tool*.
3. Selanjutnya pipa di bentuk menjadi koil dengan menggunakan *pipe bending*.
4. Menyesuaikan jarak antar koil sesuai dengan yang telah ditentukan, agar didapatkan proses penukaran kalor yang maksimal.

3.7 Perakitan Alat Penukar Kalor Tipe Koil di AC Split

Setelah pembuatan selesai dilakukan, maka tahap selanjutnya yaitu:

1. Memotong pipa output dari kompresor untuk digantikan dengan penukar kalor tipe koil *(helical tube)* yang telah dibuat.
2. Sejajarkan koil pada kompresor dan juga pada kondensor.

3.8 Prosedur Pengujian

Proses pengujian yang dilakukan pada penelitian kali ini adalah sebagai berikut:

1. Alat uji berupa AC dinyalakan terlebih dahulu.
2. Pada titik satu, keluaran dari evaporator yang akan masuk ke kompresor meiliki tekanan rendah dan suhu rendah.
3. Dititik kedua, kondisi refrigeran ketika masuk ke dalam kompresor adalah uap jenuh bertekanan rendah setelah mengalami proses kompresi terjadi perubahan fasa menjadi uap bertekanan tinggi.

4. Refrigeran yang bertekanan tinggi dan temperatur tinggi yang keluar dari kompresor akan membuang kalor sehingga fasanya berubah menjadi cair.

5. Refrigerant yang masuk ke katup ekspansi akan terjadi penurunan tekanan dan temperatur.

6. Panas pada ruang sekitar akan diserap oleh refrigeran yang bertekanan rendah sehingga menyebabkan perubahan fasa refrigeran uap bertekanan rendah.

7. Saat AC dalam kondisi stabil maka dilakukan pengambilan data berupa tekanan dan temperatur dari AC yang belum dipasang dengan koil, data dapat dilihat pada table 4.1

8. Setelah proses pengambilan data pada AC tanpa koil selesai, maka dilakukan pengambilan data pada AC yang telah dipasang koil, data yang diambil berupa temperatur masuk dan temperatur keluar pada air serta refrigeran, data dapat dilihat pada table 4.2 data laju aliran pada table 4.3

BAB 4
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Pengujian

Data hasil penelitian ini diperoleh dengan melakukan pengukuran tekanan dan temperatur pada kompresor, kondensor, dan evaporator serta temperatur masuk dan keluar penukar kalor tipe koil. Adapun variasi yang digunakan dalam pengukuran yaitu pada keadaan AC sebelum dipasangkan koil dan pada AC yang sudah dipasang koil dengan bukaan katup pada air yang mengalir masuk ke koil antara lain Bukaan 1/3, Bukaan 2/3, dan Bukaan 3/3. Koil yang digunakan memiliki 15 lilitan dan jarak antar koil sebesar 5 mm.

Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian AC

No	Tanpa Koil		Dengan Koil			
	Tekanan Titik (kPa)	Temperatur (°C)	Tekanan Titik (kPa)	Temperatur (°C)		
				Bukaan Katup Air		
				1/3	2/3	1
1	450	15	467	16	16	16
2	960	47	976	39	37	36
3	960	18	976	17	17	17
4	520	5	534	3	3	3

Selain melakukan pengambilan data pada AC, data juga diambil dari penukar kalor yang sudah terpasang pada AC, data yang diambil berupa

Temperatur Masuk dan keluar pada air dan refrigeran serta laju aliran air yang masuk ke koil.

Table 4.2 Data Hasil Penelitian pada koil

Temperatur	**Bukaan Katup Air**		
	1/3	**2/3**	**3/3**
Tair,i (^{0}C)	28	28	28
Tair,o (^{0}C)	41	39	38
Tref,i (^{0}C)	49	49	49
Tref,o (^{0}C)	39	37	36

Table 4.3 Laju Aliran Air

Bukaan Katup Air	Massa Air (kg)	Waktu (s)
1/3	0,50	60
2/3	1,28	60
3/3	3,16	60

4.2 Hasil Perhitungan

Dari penelitian yang telah dilakukan didapatkan hasil perhitungan dari data yang sudah dikelola sebagai berikut:

Perhitungan Laju Aliran Air

ṁ = ma / t

keterangan :

$$\dot{m}_{air} = \frac{m_{air}}{t}$$

$m_{air} = Massa\ air$ (Kg)

t = Waktu (s)

m_{air} (1/3) = 0,5 / 60 = 0,0083 kg/s

m_{air} (2/3) = 1,28 /60 = 0,0213 kg/s

m_{air} (3/3) = 3,16 / 60 = 0,0526 kg/s

4.2.1 Perhitungan Tanpa Koil

Tanpa Koil

$$Q_{evap} = \dot{m}_{ref}\ (h1 - h4)$$

$$= 0{,}0111 \frac{kg}{s} (443{,}4 - 209{,}4)\text{kJ/kg}$$

$$= 2{,}6\ kJ/s$$

Daya Kompressor

$$W_{Komp} = \dot{m}_{ref}\ (h_2 - h_1)$$

$$= 0{,}0111\ kg/s\ (463{,}932 - 443{,}94)\ kJ/kg$$

$$= 0{,}2219\ kW$$

Daya Kondensor

$$Q_{Kond} = \dot{m}_{ref}\ (h_2 - h_3)$$

$$= 0{,}0111\ kg/s\ (463{,}932 - 209{,}24)\ kJ/kg$$

$$= 2{,}8270\ kW$$

Coefficient of performance

$$COP = \frac{Q_{evap}}{W_{komp}}$$

$$= \frac{2{,}6\ kW}{0{,}2219\ kW} = 11{,}7169$$

4.2.2 Perhitungan dengan Koil

Dengan Koil Bukaan 1/3

$$Q_{evap} = \dot{m}_{ref}\ (h1 - h4)$$

$$= 0{,}0111\ kg/s(438{,}19 - 199{,}68)\text{kJ/kg}$$

$$= 2{,}6318\ kJ/s$$

Daya Kompressor

$$W_{Komp} = \dot{m}_{ref}\ (h_2 - h_1)$$

$$= 0{,}0111\ kg/s\ (459{,}58 - 438{,}19)\ kJ/kg$$

$$= 0{,}2376\ kW$$

Daya Kondensor

$$Q_{Kond} = \dot{m}_{ref}\ (h_2{}' - h_3)$$

$$= 0{,}0111\ kg/s\ (449{,}168 - 199{,}68)\ kJ/kg$$

$$= 2{,}7692\ kW$$

Laju Perpindahan Kalor

$$Q_{air} = \dot{m}_{air} \times Cp \times \Delta T$$

$$= 0{,}0083\ kg/s \times 4{,}210\ kJ/kg \times (41 - 28)℃$$

$$= 0{,}4542\ kW$$

Efektivitas HE

$$\frac{Tair_{\ out} - Tair_{in}}{Tref_{out} - Tref_{in}}$$

$$= \frac{41 - 28}{49 - 29} = 0{,}65$$

COP Koil

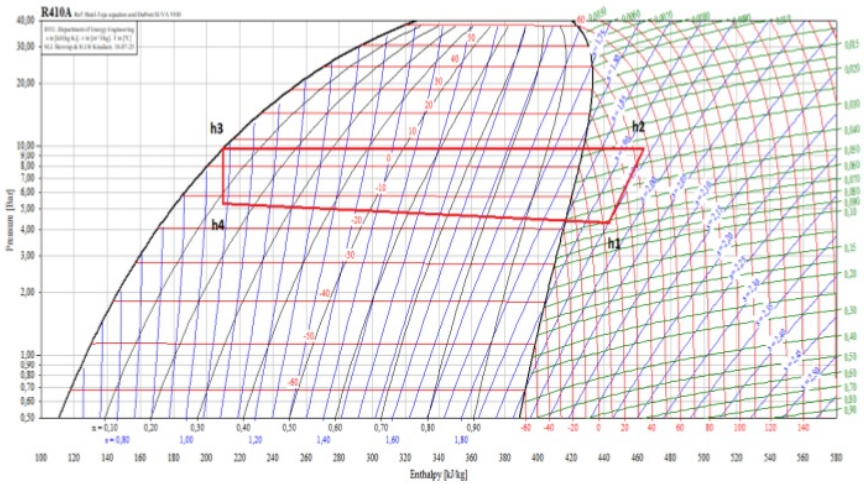
$$COP_{koil} = \frac{Q_{evap}}{W_{komp}}$$

$$= \frac{2{,}6318\ kW}{0{,}2376}$$

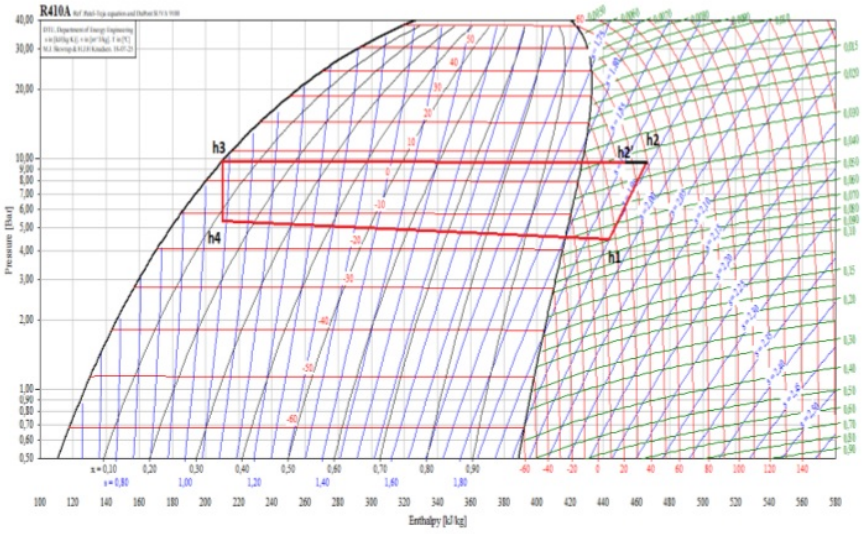
$$= 11{,}076$$

Tabel 4.4 Data Hasil Perhitungan

	Bukaan Katup	$\dot{m}_{ref}$ (kg/s)	W_{comp} (kW)	Q_{cond} (kW)	Q_{evap} (kW)	COP	$\dot{m}_{air}$ (kg/s)	Q_{air} (kg/s)	ε
1	Tanpa Koil	0,0111	0,2219	2,8270	2,6	11,7169			
2	1/3	0,0111	0,2376	2,7692	2,6318	11,076	0,0083	0,4542	0,65
3	2/3	0,0111	0,2396	2,7461	2,6318	10,98	0,0213	0,3843	0,51
4	3/3	0,0111	0,2407	2,7346	2,6318	10,93	0,0526	0,3494	0,36



Gambar 4.1 Diagram p-h R-410A untuk AC tanpa Koil



Gambar 4.2 Diagram P-h R410A untuk AC dengan Koil

4.3 Pembahasan

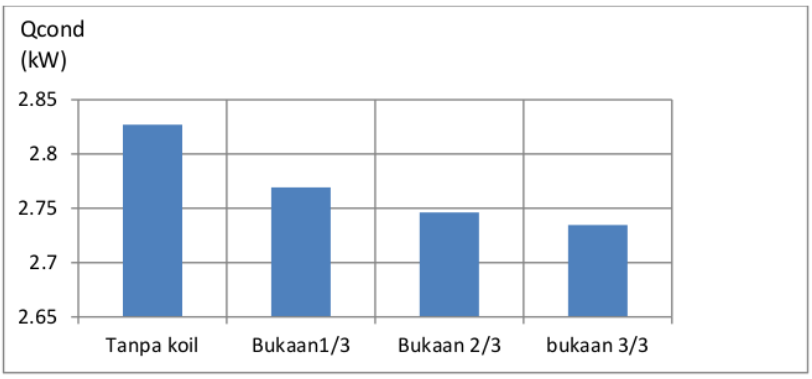
Dari data yang sudah didapatkan sebelumnya maka perhitungan pada AC normal dan AC dengan koil dapat dilakukan, hasil dari perhitungan tersebut dapat diketahui bahwa Kerja Kompresor pada AC normal sebesar 0,2219 kW dan untuk AC dengan penukar panas pada setiap bukaannya yaitu sebesar 0,2376 kW, 0,2396 kW dan 0,2407 kW.

Untuk Efek refrigerasi pada AC normal sebesar 2,8270 kW, pada AC dengan koil nilai yang didapatkan yaitu 2,6318 kW konstan pada setiap bukaan katup.

4.3.1 Daya Kondenser

Hasil perhitungan yang sudah dilakukan pada AC tanpa koil daya kondenser didapat sebesar 2,8270 kW. Sedangkan pada AC yang sudah dipasang koil dengan bukaan 1/3 daya kondenser yang dihasilkan adalah 2,7692 kW untuk bukaan 2/3 yaitu 2,7461 kW dan pada bukaan katup 3/3 Daya kondenser 2,7346

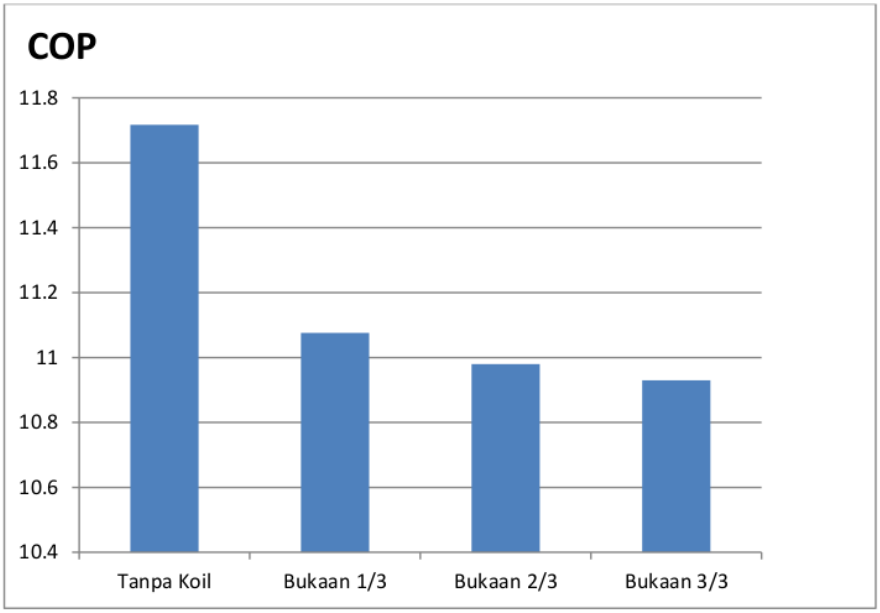
kW, Perbandingan Daya kondenser pada AC tanpa koil dan pada AC yang telah dipasang koil dengan setiap variasi bukaannya.



Gambar 4.5 Kurva Perbandingan Daya Kondenser Pada AC normal dan terhadap bukaan katup

4.3.2 *Coefficient Of Performance*

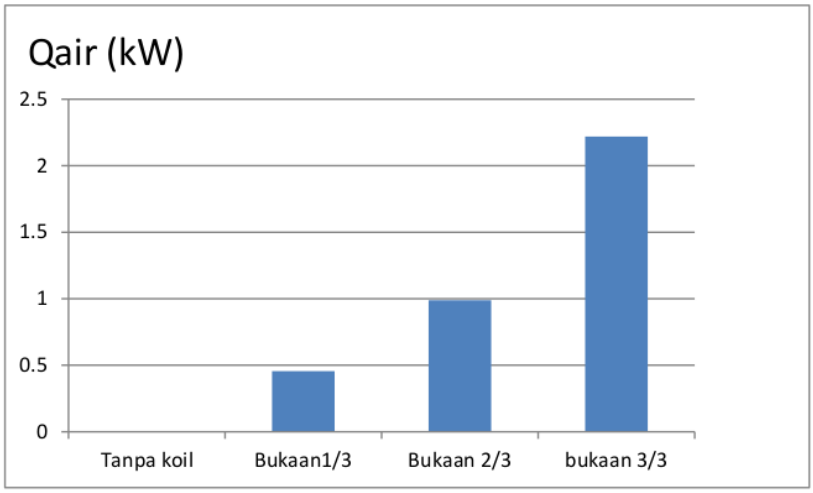
Nilai *Coefficient Of Performance* pada penelitian yang telah dilakukan sangat dipengaruhi oleh bukaan katup aliran air. Untuk nilai COP pada AC tanpa koil didapatkan nilai sebesar 11,7169 , nilai COP pada bukaan katup 1/3 didapat 11,076 , pada bukaan 2/3 nilai COP yang dihasilkan adalah 10,98 , dan untuk nilai COP pada bukaan katup 3/3 adalah 10,93 , perbandingan antara nilai koefisien prestasi pada AC tanpa koil dan AC yang menggunakan koil dengan berbagai macam variasi bukaan katup nya.



Gambar 4.6 Kurva Perbandingan COP pada AC tanpa Koil dan AC dengan Koil variasi bukaan katup

4.3.3 Laju Perpindahan Kalor pada Air

Proses perpindahan kalor yang terjadi pada AC dengan koil dengan bukaan 1/3 Sebesar 0,4553 kW, dan pada bukaan 2/3 proses perpindahan panas yang dihasilkan adalah 0,9887 kW, serta pada bukaan katup aliran air 3/3 menghasilkan perpindahan panas sebesar 2,2197 kW, berikut kurva perpindahan kalor pada setiap bukaan katup.



Gambar 4.7 Kurva perbandingan Perpindahan panas pada air

4.3.4 Efektivitas

Efektivitas dari penukar kalor yang digunakan pada penelitian dipengaruhi oleh bukaan katup aliran air, pada bukaan katup 1/3 nilai efektivitas yang didapatkan sebesar 0,65, untuk bukaan katup 2/3 nilai yang diperoleh yaitu 0,51, sedangkan untuk bukaan katup 3/3 nilai efektivitasnya yaitu sebesar 0,36,

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian pada penukar kalor tipe koil pada *Air Conditioning tipe Split* dengan variasi bukaan katup aliran air 1/3, 2/3, dan 3/3 dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Jumlah kalor yang dilepas oleh kondensor untuk AC yang telah ditambahkan penukar kalor tipe koil lebih rendah jika dibandingkan dengan AC tanpa koil yaitu 2,8270 kW, jika dibandingkan dengan bukaan koil 1/3 sebesar 2,7692 kW, pada bukaan katup 2/3 sebesar 2,7461 kW, dan pada bukaan katup 3/3 sebesar 2,7346 kW.
2. Untuk kerja kompresor pada setiap bukaan katup memiliki nilai yang konstan sebesar 0,25 kW dan pada AC tanpa koil kerja kompresor sebesar 0,2219 kW.
3. Kalor yang diserap oleh air sangat dipengaruhi oleh bukaan katup aliran air, pada penelitian kali ini nilai penyerapan kalor yang paling tinggi terjadi pada bukaan aliran air 3/3 yaitu sebesar 2,2197 kW.
4. Efektivitas dari penukar kalor dipengaruhi oleh bukaan katup. Pada penelitian ini efektivitas penukar kalor tertinggi terdapat pada penukar kalor tipe koil dengan bukaan katup 1/3 sebesar 1,3.
5. Untuk nilai Efisiensi terbesar pada penukar kalor tipe koil yaitu terdapat pada bukaan katup 1/3 yaitu sebesar 130%
6. Nilai COP AC tanpa koil lebih besar dari pada AC dengan koil. Panas yang sebelumnya terbuang ke lingkungan menjadi lebih kecil karena dimanfaatkan untuk memanaskan air sehingga nilai COP menurun.

5.2 Saran

Dari hasil penelitian yang pada penukar kalor tipe koil yang telah dilakukan, adanya faktor-faktor yang dapat menghambat proses penelitian. Maka dari itu penulis memberikan saran antara lain:

1.Untuk dapat memanfaatkan panas yang terbuang dari AC Split secara maksimal sebaiknya dimensi dari penukar kalor yang ingin digunakan harus lebih besar agar dapat memanfaatkan panas lebih banyak.

2.Karena penelitian sangat mudah terpengaruh terhadap temperatur lingkungan sekitar. Maka penelitian yang dilakukan di daerah yang memiliki temperature lingkungan lebih stabil akan lebih membuat hasil dari penelitian lebih akurat.

Pemanfaatan Energi Kalor Pada AC Split 2PK Untuk Memanaskan Air Dengan Penukar Panas Jenis Koil

ORIGINALITY REPORT

8%	6%	0%	8%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	mafiadoc.com Internet Source	4%
2	es.scribd.com Internet Source	2%
3	Submitted to Politeknik Negeri Bandung Student Paper	1%
4	repository.unika.ac.id Internet Source	1%
5	Submitted to University of Leeds Student Paper	1%

Exclude quotes	Off	Exclude matches	Off
Exclude bibliography	On		