

ANALISIS EFISIENSI PROSES PEMBEKUAN PADA MESIN IQF MENGGUNAKAN SIKLUS *SINGLE STAGE* DENGAN *DOUBLE STAGE* DI PT. BMI

Patricia Septiansari Putri¹, Hamid Abdillah², Syaiful Munief³

^{1,2}Program Studi Pendidikan Vokasional Teknik Mesin, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan,
Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

Jl. Ciwaru Raya, Cipare, Kec. Serang, Kota Serang, Banten 42117, Indonesia
e-mail: petrispatriciaputri@gmail.com¹, hamid@untirta.ac.id², syaiful.munief@dpt.ptbmi.com³

Submitted Date: Januari 03, 2024

Revised Date: Februari 12, 2024

Reviewed Date: Februari 06, 2024

Accepted Date: Februari 15, 2024

Abstract

In general, companies that operate in the field of food production, such as frozen food, definitely need a freezing machine so they can freeze their production results. In the freezing process, there needs to be a stage or process for the ingredients to enter each component. There are two cycles that have many differences. The compressor cycle used for freezing and cooling at PT Bumi Menara Internusa is a single stage compressor cycle and there is also a double stage compressor cycle. From there the efficiency of each cycle will emerge. To analyze the efficiency of these two cycles requires secondary and primary data collection. On average, the conclusions from these two cycles tend to be profitable when using a double stage freezing compressor cycle, because the components and electricity costs required are small, and production results are higher compared to using a single stage compressor cycle.

Keywords: Freezing process, IQF machine, single stage, double stage, efficiency.

Abstrak

Pada umumnya perusahaan yang bergerak di bidang produksi makanan seperti dalam bentuk *frozen food* pasti membutuhkan mesin pembekuan agar dapat membekukan hasil produksi. Dalam proses pembekuan perlu adanya tahap atau proses bahan untuk masuk ke setiap komponen-komponen. Terdapat dua siklus yang memiliki banyak perbedaan. Siklus kompresor yang digunakan untuk pembekuan dan pendinginan di PT Bumi Menara Internusa ialah siklus kompresor *single stage* dan ada pula siklus kompresor *double stage*. Dari situ akan muncul efisiensi dari masing-masing siklus. Untuk menganalisis keefisienan kedua siklus ini memerlukan pengumpulan data secara sekunder dan primer. Rata-rata kesimpulan yang ada pada kedua siklus tersebut cenderung menguntungkan bila menggunakan siklus kompresor pembekuan *double stage*, dikarenakan komponen juga biaya listrik yang dibutuhkan sedikit, dan didapati hasil produksi yang lebih banyak dibandingkan menggunakan siklus kompresor *single stage*.

Kata kunci: proses pembekuan, mesin IQF, *single stage*, *double stage*, efisiensi.

I. Pendahuluan

Beberapa perusahaan yang bergerak dibidang produksi makanan terutama dalam bentuk *frozen food* tentu memerlukan mesin pembekuan untuk membekukan hasil produksi agar dapat mengawetkan dan menjaga kesegaran produk sampai ke tangan konsumen (Dewayani 2016). *Frozen food* merupakan proses pengawetan produk

makanan dengan cara mengubah hampir seluruh kandungan air dalam produk menjadi es (Bachtiar, Fahmi 2018). Keadaan beku menyebabkan aktivitas mikrobiologi dan enzim terhambat sehingga daya simpan produk menjadi panjang. Produk pangan yang dibekukan tetap mempunyai batas waktu simpan atau daya simpan pada jangka waktu tertentu produk masih bisa diterima

entah itu dari warna, tekstur, rasa, dan bentuknya. Hal ini dikenal dengan sebutan *high quality life* (Ramadhan 2021).

Berbagai macam jenis-jenis mesin pembekuan dan masing-masingnya memiliki fungsi yang berbeda. Contohnya seperti *freezing* yang memanfaatkan udara dingin sebagai *refrigerant*, alat ini terdiri dari beberapa tipe seperti ruangan terowongan dan tipe *belt conveyor*. *Contact Plate Freezer* membekukan produk perikanan yang dikemas dalam kotak-kotak persegi yang memiliki bobot 1-4 kg, produk yang dibekukan dijepit diantara plat berongga yang diisi dengan *refrigerant*. IQF (*Individual Quick Freezer*) yang bertujuan agar tiap potong ikan atau udang menjadi beku tanpa menempel satu sama lain, dan terdapat berbagai macam jenis mesin pembekuan lainnya (Raml 2022).

Efisiensi energi bukan hanya memberikan suatu keuntungan ekonomi bagi para pengguna energi, namun dapat membantu pemerintah pula dalam mewujudkan ketahanan energi sebagai kelangsungan pembangunan yang berkelanjutan (Fatahillah, Murtiyani, and Sasono 2022). Penghematan energi ini dibutuhkan agar dapat mengurangi pemborosan energi listrik dan biayanya. Hal ini pun tecantum pada Instruksi Presiden No. 10 tahun 2005, terkait penghematan energi agar lebih efisien (Presiden 2005).

Pembekuan yang efisien pastinya membutuhkan proses yang cepat (Sula et al. 2021). Mesin pembekuan yang mendukung hal tersebut diantaranya mesin IQF (*Individual Quick Freezer*). Mesin tersebut dapat membekukan bahan satu persatu hanya dengan menggunakan waktu yang singkat. Mesin ini dapat bekerja dengan baik apabila menggunakan bahan yang memudahkan proses kerja mesin tersebut. Amonia sudah menjadi *refrigerant* pada sebagian besar mesin pendingin dan pembekuan yang bekerja pada perusahaan tersebut.

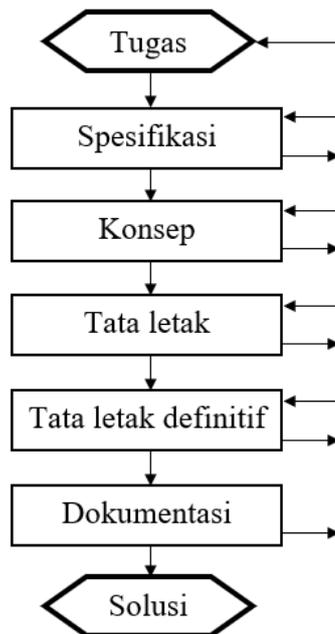
Perusahaan ini terus menerus memperbaharui sistem keamanan pangan juga didukung penuh oleh teknologi proses,

peralatan yang lengkap dan modern. Teknologi yang digunakan dalam perusahaan tersebut salah satunya mesin IQF. Terdapat dua sistem yang digunakan mesin pembekuan di Perusahaan tersebut. Kedua sistem ini tentu saja memiliki kekurangan dan kelebihan masing-masing. Dari kedua siklus tersebut akan terlihat cara atau usaha agar dapat tercapainya tujuan yang maksimal dengan meminimalkan penggunaan pada sumber daya seperti waktu, biaya, dan energi. Maka dari itu artikel ini akan membahas efisiensi proses pembekuan pada mesin IQF *single stage* dengan *double stage* di PT. BMI.

II. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan cara survei, observasi, wawancara pribadi. Ditambah dengan pengumpulan data dari situs web, catatan internal (pemeriksaan). Jenis data pada penelitian ini ialah analisis kualitatif dan kuantitatif.

Metode observasi ini perlu melakukan pengumpulan data untuk mengamati dan meninjau secara cermat dan langsung di lokasi penelitian agar dapat mengetahui kondisi yang terjadi, lalu digunakan sebagai bukti kebenaran dari desain penelitian yang telah dilakukan. Penelitian kualitatif digunakan dalam studi yang bertujuan untuk mengeksplorasi pengalaman, perasaan, dan persepsi. Penelitian ini memfokuskan pada pengamatan yang mendalam. Oleh karena itu, penggunaan metode kualitatif dalam penelitian dapat menghasilkan kajian atas suatu fenomena yang lebih komprehensif. Proses penelitian ini menggunakan pedoman VDI 2222 yang dimaksud bertujuan mengembangkan produk teknis dalam praktik serta kontribusi bagi pendidik desain dan memberikan prosedur perancangan yang berlaku mulai dari mekanika presisi hingga teknik elektro. Berikut ini bagan pedoman VDI 2222 (Jansch and Birkhofer 2006 *Page 47*).



Gambar 1. Pedoman VDI 2222 [VDI-Richtlinie 2221 1993]

III. Hasil dan Pembahasan

Berikut ini merupakan hasil dan pembahasan yang telah diperoleh dalam penelitian yang dimana penelitian ini didasari oleh pengumpulan data yang telah dilakukan :

1. Siklus Kompresor *Single Stage*

Siklus *Single Stage* (satu tingkat) ialah dimana gas atau *refrigerant* hasil dari kompresi tidak dikompresikan kembali, namun disirkulasikan ke dalam sistem (Azizi dan Noor 2017). Berikut akan dijelaskan tahap atau siklus dari kompresor *single stage*.

Pertama-tama gas tekanan rendah akan dihisap oleh kompresor diubah menjadi gas tekanan tinggi yang kemudian dialirkan ke kondensor untuk didinginkan menggunakan media air dan bantuan *fan*, sehingga gas tekanan tinggi menjadi *liquid* yang kemudian ditampung pada *receiver*. Kedua, Temperatur *liquid* pada *receiver* $\pm 35^{\circ}\text{C}$ yang kemudian *liquid* tersebut mengalir ke tabung *economizer* melalui *expansi valve* sehingga temperatur berubah menjadi $\pm -5^{\circ}\text{C}$ s/d -10°C . Ketiga, setelah berada di tabung *economizer* kemudian dialirkan ke tabung *LP Vessel* (*Low Pressure Vessel*) melalui *expansi valve*

menjadi $>-35^{\circ}\text{C}$, lalu akan dialirkan menggunakan pompa NH_3 menuju *expansi valve* setelah itu ke *evaporator*. Tahap yang keempat ialah gas dari hasil evaporasi dihisap oleh kompresor dan ditampung oleh *LP Vessel* dan *liquid* tersebut akan dipompa kembali ke *evaporator*, sedangkan gas akan dihisap kembali oleh kompresor dan diubah menjadi gas tekanan tinggi. Lalu untuk tahap seterusnya akan terulang kembali dan terus seperti itu.

2. Siklus Kompresor *Double Stage*

Siklus *Double Stage* (dua tingkat) tekanan dikompresikan dua kali dengan dua kompresor, dimana gas atau *refrigerant* hasil kompresi pertama dikompresikan kembali menuju tingkat yang kedua dan hasil kompresinya disirkulasikan atau diteruskan ke dalam sistem selanjutnya (Ramba 2019). Berikut merupakan penjelasan tahap atau siklus dari kompresor *double stage*.

Tahap pertama, gas tekanan rendah dihisap oleh kompresor lalu diubah menjadi gas tekanan menengah dan dialirkan ke tabung *intercooler*. Kedua, gas dari tabung *intercooler* dihisap oleh kompresor (gas tekanan menengah menjadi gas tekanan tinggi). Tahap ketiga, gas tekanan tinggi dialirkan ke kondensor untuk didinginkan dengan menggunakan media air dan bantuan *fan*, sehingga gas tekanan tinggi menjadi *liquid* yang kemudian ditampung pada *receiver*. Keempat, temperatur *liquid* yang ada pada *receiver* $\pm 35^{\circ}\text{C}$ yang kemudian *liquid* tersebut mengalir ke tabung *intercooler* melalui *expansi valve*, sehingga temperatur berubah menjadi $\pm -5^{\circ}\text{C}$ s/d -10°C . Tahap selanjutnya yaitu yang kelima, *liquid* yang ada pada *intercooler* akan dialirkan ke tabung *LP Vessel* (*Low Pressure Vessel*) melalui *expansi valve*, sehingga temperatur berubah menjadi $\pm -35^{\circ}\text{C}$ s/d -50°C , lalu *liquid* akan dialirkan menggunakan pompa NH_3 menuju *evaporator*. Yang keenam, gas dari evaporasi dihisap oleh kompresor dan ditampung oleh *LP Vessel* dan *liquid* tersebut akan dipompa kembali ke *evaporator*, sedangkan gas akan dihisap

kembali oleh kompresor dan diubah menjadi gas tekanan menengah. Lalu untuk tahap berikutnya akan terulang kembali dan terus seperti itu.

Agar dapat mengetahui efisiensi yang diinginkan perlu adanya perhitungan arus listrik yang digunakan pada masing-masing siklus. Masing-masing siklus memiliki jumlah komponen yang berbeda. Berikut komponen yang digunakan pada masing-masing siklus dan jumlah arus listrik yang dibutuhkan pada beberapa komponen-komponen tersebut dalam jangka waktu satu jam.

1. Komponen pada siklus *single stage*

Komponen pertama yang berfungsi menghisap gas tekanan rendah ialah kompresor.



Gambar 2. Kompresor

Pada siklus ini memerlukan tiga kompresor dan membutuhkan kuat arus listrik sebanyak 610 A. Komponen yang kedua ialah kondensor yang akan mengubah gas tekanan tinggi menjadi *liquid*.



Gambar 3. Kondensor

Diperlukan empat kondensor, dan masing-masing kondensor memiliki *fan* yang membutuhkan kuat arus listrik sebanyak 76 A. Komponen ketiga yaitu *shippon trap* yang berfungsi memisahkan *liquid* dan gas dari kondensor.



Gambar 2. 1 Shippon Trap

Komponen keempat ialah *receiver* yang berfungsi untuk menampung *liquid* dari *shippon trap*.



Gambar 2. 5 Receiver

Komponen kelima ialah *economizer* yang berfungsi menampung *liquid* tekanan rendah.



Gambar 2. 6 Economizer

Komponen keenam adalah *LP Vessel* yang berfungsi untuk memisahkan *liquid* tekanan rendah dengan gas tekanan rendah.



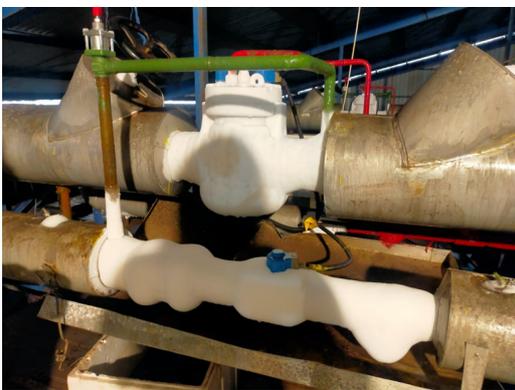
Gambar 2. 7 LP Vessel

Komponen ketujuh terdapat dua pompa amonia, total kuat arus listrik yang dibutuhkan komponen tersebut ialah 13 A.



Gambar 2. 8 Pompa Amonia

Komponen kedelapan terdapat dua *expansi valve* yang berfungsi untuk menurunkan suhu *liquid* dari pompa amonia.



Gambar 2. 9 *Expansi Valve*

Komponen kesembilan yaitu *evaporator*, pada siklus ini membutuhkan dua *evaporator* yang berfungsi untuk menguapkan *refrigerant* dengan cara menyerap kalor ruang yang dikondisikan.

2. Komponen Pada Siklus *Double Stage*
 Komponen pertama terdapat dua kompresor yang berfungsi untuk menghisap gas *refrigerant* tekanan rendah, komponen tersebut membutuhkan kuat arus listrik sebanyak 360 A. Komponen kedua terdapat dua kondensor yang berfungsi untuk menghisap tekanan tinggi dari kompresor, kondensor ini memiliki *fan* yang membutuhkan kuat arus listrik sebanyak 38 A. Komponen ketiga yaitu *shippon trap*

yang berfungsi untuk memisahkan *liquid* dan gas dari kondensor. Komponen keempat yaitu *receiver* yang berfungsi untuk menampung *liquid* dari *shippon trap*. Komponen kelima yaitu *intercooler* yang berfungsi untuk menampung *liquid* tekanan rendah.



Gambar 2. 10 *Intercooler*

Komponen keenam adalah *LP Vessel* memiliki fungsi untuk memisahkan *liquid* tekanan rendah dengan gas tekanan rendah. Komponen ketujuh ialah pompa amonia, kuat arus listrik yang dibutuhkan sebanyak 5,5 A. Komponen kedelapan yaitu *expansi valve* yang berfungsi untuk menurunkan suhu *liquid* dari pompa amonia. Komponen kesembilan terdapat *evaporator* yang berfungsi untuk menguapkan *refrigerant* dengan cara menyerap kalor ruang yang dikondisikan.

Dari data diatas dapat diketahui total kuat arus listrik yang dibutuhkan pada masing-masing siklus setiap jamnya. Maka perlu diketahui pula, efisiensi dari segi biaya listrik pada masing-masing siklus. Berikut rumus atau cara menghitung untuk mengetahui total daya pada masing-masing siklus setiap jamnya

$$P = V \times \sqrt{3} \times A_{total} \quad (1)$$

Lalu berikut rumus untuk mengetahui kilowatt

$$\text{Daya : } 1000 = \dots \text{ kW} \quad (2)$$

Selanjutnya ialah rumus untuk mengetahui kilowatt dalam jam

$$\dots \text{ kW} \times 1 \text{ jam} = \dots \text{ kWh} \quad (3)$$

Untuk mengetahui biaya yang dikeluarkan setiap jamnya, berikut rumus yang perlu digunakan

$$\dots \text{ kWh} \times \text{Rp } 1.035,78 \quad (4)$$

Dari rumus tersebut akan diketahui harga atau biaya listrik yang dibutuhkan oleh perusahaan dalam satu jam.

1. Biaya Listrik Pada Siklus *Single*

Stage Dalam Satu Jam

$$610 \text{ A} + 76 \text{ A} + 13 \text{ A} = 699 \text{ A}$$

$$\begin{aligned} P &= V \times \sqrt{3} \times A_{\text{total}} \\ &= 380 \times 1,73 \times 699 \\ &= 459.522,6 \end{aligned}$$

$$\text{Daya : } 1000 = \dots \text{ kW}$$

$$\begin{aligned} 459.522,6 : 1000 &= 459,5226 \text{ kW} \times 1 \text{ jam} \\ &= 459,5226 \text{ kWh} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 459,5226 \text{ kWh} \times \text{Rp } 1035,78 \\ = \underline{\text{Rp } 484.235,72} \end{aligned}$$

2. Biaya Listrik Pada Siklus *Double*

Stage Dalam Satu Jam

$$360 \text{ A} + 38 \text{ A} + 5,5 \text{ A} = 398,5 \text{ A}$$

$$\begin{aligned} P &= V \times \sqrt{3} \times A_{\text{total}} \\ &= 380 \times 1,73 \times 389,5 \\ &= 261.973,9 \end{aligned}$$

$$\text{Daya : } 1000 = \dots \text{ Kw}$$

$$\begin{aligned} 261.973,9 : 1000 &= 261,9739 \text{ kW} \times 1 \text{ jam} \\ &= 261,9739 \text{ kWh} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 261,9739 \text{ kWh} \times \text{Rp } 1.035,78 \\ = \underline{\text{Rp } 271.347,32} \end{aligned}$$

Efisiensi yang perlu diketahui berikutnya ialah hasil produksi setiap satu jamnya yang ada pada *evaporator* masing-masing siklus. Hasil produksi akan dihitung dalam kg/jam. Data ini didapatkan secara langsung setelah hasil produksi keluar dari mesin IQF

1. Hasil Produksi Pada Siklus *Single Stage* Dalam Satu Jam

Pada siklus ini memiliki dua *evaporator* yaitu mesin IQF 2 dan mesin IQF 3. Pada mesin IQF 2 menghasilkan 324,63 kg/jam, sedangkan pada mesin IQF 3 menghasilkan 441,37 kg/jam. Jika ditotal keduanya didapati 765,99 kg/jam.

2. Hasil Produksi Pada Siklus *Double Stage* Dalam Satu Jam

Dalam siklus ini hanya memiliki satu *evaporator*. Siklus ini terhubung pada mesin IQF 1. Pada mesin IQF 1 ini menghasilkan 1.564 kg/jam.

IV. Kesimpulan

Beberapa data telah didapatkan dalam bentuk proses, kuat arus yang dibutuhkan dalam satu jam, biaya listrik yang dibutuhkan dalam satu jam, dan hasil produksi dalam satu jam pada masing-masing siklus. Dari setiap pandangan tersebut maka akan didapat kesimpulan. Yang mana akan terlihat efisiensi dari siklus *single stage* dengan siklus *double stage*. Tujuan efisiensi ini agar dapat mengetahui cara untuk mencapai hasil dan tujuan yang maksimal dengan sedikit sumber daya.

Dari segi proses, siklus kompresor *double stage* memerlukan pengkompresian dua kali lebih banyak dibanding siklus *single stage*. Untuk segi kebutuhan komponen, siklus *single stage* membutuhkan kompresor, *expansi valve*, pompa amonia, dan *evaporator* lebih banyak dibandingkan dengan komponen siklus *double stage*. Pada segi tenaga atau kuat arus listrik, tentu siklus *single stage* yang memerlukan lebih banyak tenaga tersebut dibandingkan siklus *double stage*. Karena pada siklus *single stage* sudah membutuhkan komponen yang lebih banyak pula. Dari segi biaya listrik, siklus *double stage* cenderung memerlukan sedikit anggaran dibandingkan siklus *single stage*. Karena dari komponennya yang juga lebih sedikit dibandingkan siklus *single stage*. Pada segi hasil produksi, siklus *double stage* dapat menghasilkan dua kali lebih banyak dibandingkan hasil produksi pada siklus *single stage*.

Setiap pandangan tentu memiliki kekurangan dan kelebihan. Setelah ditarik secara garis besarnya, dapat disimpulkan bahwa siklus *double stage* lebih efisien dari segi komponen, tenaga, biaya, dan hasil produksinya. Sedangkan pada siklus *single stage* hanya lebih mudah atau efisien pada bagian pengkompresiannya

Ucapan terima kasih (jika diperlukan)

Saya ucapkan terima kasih banyak kepada Hamid Abdillah, M.Pd. selaku dosen pembimbing pada mata kuliah Praktik Industri yang sudah membantu saya dalam pembuatan laporan dari awal hingga menjadi artikel dan Pak Syaiful Munief selaku pembimbing lapangan saya yang sudah sabar selama pelaksanaan praktik industri.

Daftar pustaka

- Azizi, dkk. 2017. “Analisis Perbandingan Performa Turbin Uap Penggerak Kompresor Gas Sintesis Sebelum Dan Sesudah Overhaul Di Pabrik 1 Produksi Amoniak Pt Petrokimia Gresik.” Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, pada halaman 23
- Dewayani dan Ginza Mutiara. 2016. “Penerapan Metode Air Blast Freezing (Abf) Pada Pembekuan Ikan Salmon Chum (*Oncorhynchus Keta*) Di Pt. Marine Cipta Agung, Pasuruan, Jawa Timur” Universitas Airlangga Repository, pada halaman v
- Fatahillah, dkk. 2022. “Telaah Kritis Ketahanan Energi Nasional Indonesia Berdasarkan Indeks Ketahanan Energi 4ae Dalam Perspektif Islam.” *youth islamic economic*, pada halaman 33
- Fahmi Bachtiar dan Tinjauan Pustaka. “Analisa Boraks Dan Formalin Pada Berbagai Olahan Frozen Food Di Daerah Mulyosari.Pdf.” UMSurabaya Repository, pada halaman 8
- Jänsch, J, And H Birkhofer. 2006. “*The Development Of The Guideline Vdi 2221 - The Change Of Direction.*” *The Design Society*, page 47-48
- Presiden Republik Indonesia. 2005. “Inpres_10_2005.Pdf.” Instruksi Presiden Republik Indonesia Nomor 10 Tahun 2005 tentang Penghematan Energi, pada bagian kedua
- Ramadhan, dkk. 2021. “Frozen Food Di Toko Dapur Amih Melalui Qr Code.” *Naratif Jurnal Nasional Riset Aplikasi dan Teknik Informatika*, pada halaman

33

- Raml dan Nurfika. 2022. “Analisis Nilai Tambah Dan Pengembangan Usaha Pengolahan Perikanan Skala Usaha Mikro di Kota Makassar” *Repository Universitas Hasanuddin*, pada halaman 9
- Sula, dkk. 2021. “Analisis Bisnis dan Tren Konsumsi Masyarakat Kabupaten Bangkalan Terhadap Frozen Food Pada Masa Pandemi Covid 19 Pendahuluan Virus Corona Atau Covid-19 Telah Mewabah Ke Berbagai Belahan Dunia , Tak Terkecuali Di Indonesia . Pemerintah Telah Berupaya Untuk.” *Akuntabilitas Jurnal Ilmiah Ilmu-ilmu Ekonomi*, pada halaman 65