

# Kajian Esperimental Kinerja Mesin Es Balok Ekspansi Langsung R-404A Kapasitas 0,7 TR

I KETUT SUPARWIKA <sup>1\*</sup>, I Made Rasta <sup>2</sup>, Achmad Wibolo <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Teknologi Rekayasa Utilitas, Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bali

<sup>2</sup> Teknik Mesin, Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bali

<sup>3</sup> Teknologi Rekayasa Utilitas, Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bali

\*Corresponding Author: [ketutsuparwika06@gmail.com](mailto:ketutsuparwika06@gmail.com)

**Abstrak:** Es Balok merupakan es yang berbentuk balok dengan ukuran dan berat 12-60 kg/ton. Es balok lebih lama mencair dari pada es lain karena bentuknya yang lebih besar jadi sangat bagus untuk mengawetkan ikan. Salah satu yang paling banyak membutuhkan es balok di kalangan nelayan, karena di Indonesia memiliki hasil ikan melimpah. Es balok juga punya beragam manfaat bagi kesehatan diantaranya, meredakan nyeri, panas akibat kulit yang terbakar api atau sinar matahari, sampai menghilangkan mata panda. Es balok bening lebih bagus dari pada es balok yang berwarna susu, karena bagian tengah itu udara pengotor kemurnian air yang ikut membeku.

Mesin es balok menggunakan 2 alat yaitu pompa dan vibrator motor, untuk membandingkan es balok mana yang lebih baik. Produksi es balok diharapkan bisa mencapai ketebalan 25 cm dalam 3 hari kurang. Kualitas es balok juga sangat penting supaya layak dikonsumsi. Pengambilan data energi dilakukan dengan cara menggunakan alat tang ampere yang diukur power RST yang masuk ke kompresor di rekam oleh data logger selama 3 hari. Sedangkan, untuk mengukur produksi mesin es balok, dengan menggunakan alat meteran yang dilakukan pengukuran setiap jam selama 3 hari.

Produksi mesin es balok sangat cepat selama 20 jam sudah mencapai ketebalan 10cm, namun semakin tebal es balok semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk mencapai ketebalan tersebut. Energi yang dihabiskan hari pertama menghabiskan 37.06 Kwh, hari kedua menghabiskan energi 48.24 Kwh, dan hari terakhir 41.2 Kwh. Jadi total energi yang dikonsumsi adalah 126.5 Kwh. Setelah mesin es balok dihidupkan 5 jam kompresor sudah cycling, karena temperatur ruangan sudah tercapai. Oleh karena itu energi mengalami lonjakan yang cukup besar setelah 5 jam dan seterusnya sampai 3 hari waktu pengujiannya. Produksi es balok yang menggunakan alat pompa menghasilkan es balok bening atau kristal, tetapi es balok tidak rata. Sedangkan yang menggunakan alat vibrator motor memproduksi es balok cukup bening atau kristal, cuma di atas permukaannya yang dibawah belum bening, karena getaran vibrator motor tidak sampai ke bawah permukaan es balok. Meskipun energi cukup boros tetapi, kompresor tidak terus hidup. Mengakibatkan kompresor tidak bekerja berat dan kompresor akan lebih tahan lama dari pada kompresor terus bekerja. Rata-rata mesin es balok mengalami cycling selama 6 jam sebanyak 65 kali. Jadi selama 24 jam kompresor mengalami cycling sebanyak 260 kali. Jadi dalam 72 jam kompresor hidup selama 33 jam 52 menit dan kompresor mati selama 38 jam 48 menit.

**Kata Kunci:** Mesin Es Balok, Produksi, Energi, Kompresor dan Cycling.

**Abstract:** Block ice is ice in the form of blocks with a size and weight of 12-60 kg/ton. Block ice takes longer to melt than other types of ice because they are large in size so they are large in size so they are great for preserving fish. One of the most in need of block ice among fishermen, because Indonesia has abundant fish yields. Block ice also has a variety of health benefits, including relieving pain, heat from skin burned by fire or sunlight, to eliminating panda eyes. Clear block ice is better than color milk block ice, because the middle part of the air is the impurity the purity of the water which also freezes.

The block ice machine uses 2 tools namely a pump and a vibrator motor, to compare which block of ice is better. The production of block ice is expected to reach a thickness of 25 cm in less than 3 days. The quality of block ice is also very important to be fit for consumption. Energy data retrieval is done by using a plier ampere which is measured by RST power, which enters the compressor and is recorded by data logger for 3 days. Meanwhile, to measure the production of block ice machines, using a meter that is measured every hour for 3 days.

The production of the ice block machine is very fast for 20 hours it has reached a thickness of 10 cm, but the thicker the block of ice the longer it takes to reach the thickness. The energy consumed on the first day was 37.06 Kwh, the second day spent 48.24 Kwh of energy, and the last day 41.2 Kwh. So the total energy consumed is 126.5 Kwh. After the ice block machine is turned on for 5 hours the compressor is already cycling, because the room temperature has been reached. Therefore the energy experienced a considerable spike after 5 hours and so on until 3 days of testing time. The production of block ice using a pump produces blocks of clear or crystal ice, but the blocks of ice are uneven. While those who use a motor vibrator

produce blocks ice that are quite clear or crystal, only the surface underneath is not clear, because the vibrator of the motor vibrator does not reach below the surface of the block ice. Although the energy is quite wasteful but, compressor doesn't keep running. Resulting in the compressor not working hard and the compressor will last longer than the compressor continues to work. The average block ice machine experienced for 6 hours as much as 65 times. So for 24 hours the compressor cycling 260 times. So in 72 hours the compressor is on for 33 hours 52 minutes and the compressor is off for 38 hours 48 minutes.

**Keywords:** Block ice machine, Production, energy, compressor and cycling

## Pendahuluan

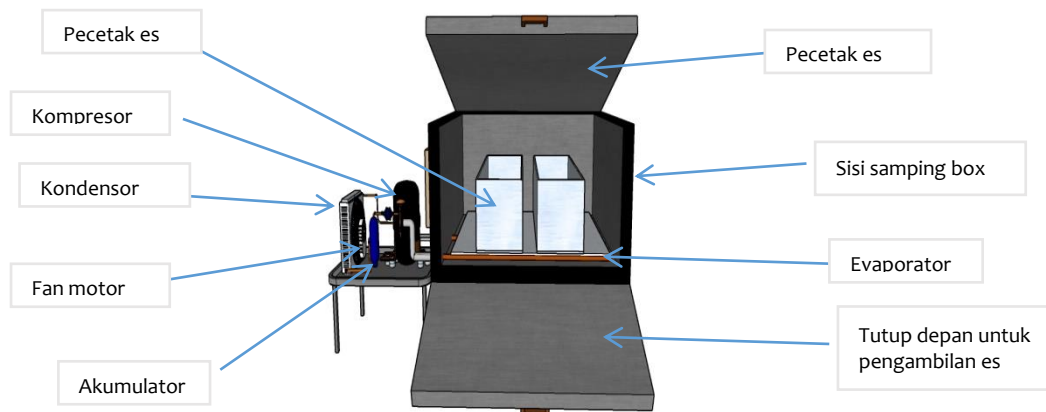
Mesin Es Balok merupakan sebuah mesin yang digunakan untuk membuat dan mencetak es batu balok [1]. Para nelayan tradisional biasa mengandalkan es balok untuk mengawetkan ikan selama di laut [2]. Es batu ini dipergunakan untuk menjaga kesegaran ikan pada saat dibawa dari laut ke daratan, dan juga untuk membawa ikan-ikan tersebut ke pasar-pasar atau market-market diperkotaan, yang kadang membutuhkan waktu yang panjang untuk mencapainya [3]. Es balok sangat dibutuhkan di kalangan masyarakat sebagai pengawet ikan, patung es, pedagang kaki lima, minuman di restoran dan lain sebagainya. Es balok merupakan es yang berbentuk balok dengan ukuran dan berat 12-60 kg/balok [4]. Es balok lebih lama mencair dari pada es lain karena bentuknya yang lebih besar jadi sangat bagus untuk mengawetkan ikan. Salah satu yang paling banyak membutuhkan es balok di kalangan nelayan, karena di Indonesia memiliki hasil ikan melimpah. Es balok juga punya beragam manfaat bagi kesehatan diantaranya, meredakan nyeri, panas akibat kulit yang terbakar api atau sinar matahari, sampai menghilangkan mata panda [5]. Es balok bening lebih bagus dari pada es balok menyerupai susu karena bagian tengah gelembung itu udara pengotor kemurnian air yang ikut membeku [6]. Membuat es balok bening bisa digunakan cara mendidihkan air atau dengan sirkulasi air terus mengalir. Melakukan sirkulasi air yang baik dengan menggunakan alat pompa atau bisa juga menggunakan alat getar atau vibrator motor. Jadi es yang bening berarti memiliki indeks refraksi yang tinggi, maka strukturnya rapi dan es yang terbentuk ialah sangat kuat dibandingkan es tidak bening [7]. Pemilihan freon juga sangat penting karena bisa mengakibatkan kerusakan lapisan ozon. Lapisan ozon memiliki fungsi untuk menyerap radiasi sinar ultraviolet (UV) yang akan masuk ke bumi, yang dapat mengakibatkan kanker kulit dan katarak pada manusia, merusak lingkungan dan lain-lain [8]. Freon 404a salah satu freon tidak merusak lapisan ozon. Freon 404a mempunyai nilai ODP 0, berdasarkan nilai ODP ini dapat dilihat bahwa penggunaan r404a akan mengurangi jumlah bahan perusak lingkungan atau lapisan ozon [9]. Freon 404a memberikan kapasitas yang luar biasa dan efisiensi sebagai pengganti R502 dan R22 dalam aplikasi pendinginan[10].

Penelitian ini diharapkan bisa meningkatkan produksi dan kualitas es balok. Produksi mesin es balok diharapkan mencapai ketebalan es 25 cm dalam kurang 3 hari. Sedangkan kualitas es balok yang dicari adalah es balok berbentuk bening/kristal. Produksi es balok ini dilakukan dengan menggunakan 2 alat yaitu dengan menggunakan pompa dan vibrator motor.

## Metode

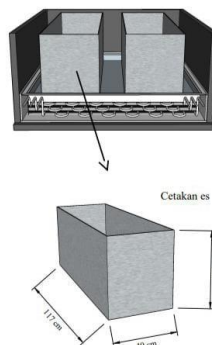
Penelitian ini dilakukan dengan metode studi kasus yaitu penelitian yang terfokus pada suatu kasus tertentu untuk dilakukan pengamatan dan analisis. Dimana dalam penelitian ini kasus yang diamati kinerja kompresor, energi yang dihabiskan dan produktivitas mesin es balok. Prosedur penelitian ini dilakukan beberapa langkah iyalah :

1. Menyiapan alat ukur *thermocoupe*l, tang ampere, dan *power analyzer*.
2. lakukan pemasangan alat ukur *thermocouple* pada 8 titik,yang terdiri dari t1, t2, t3, t4, temperature udara luar, temperatur udara dalam, tempertur es balok yang memakai alat pompa dan temperatur es balok dengan alat vibration motor.
3. Lakukan pemasangan alat ukur tang ampere di panel kontrol dengan mengukur power RST yang langsung di rekam oleh data logger.
4. hidupkan mesin es balok yang akan diuji.
5. menarik kesimpulan mesin es balok yang didapat



**Gambar 1. Mesin Es Balok**

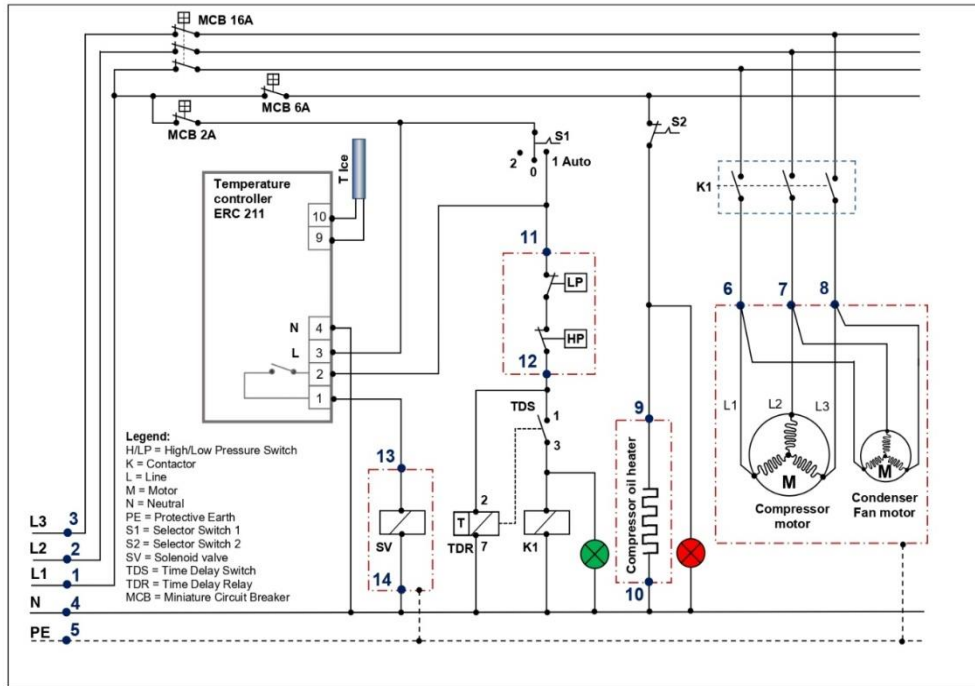
Ditengah box mesin es balok memiliki 2 cetakan mesin es balok, yang dimana cetakan tersebut juga menggunakan alat sebelah kanan menggunakan alat pompa dan sebelah kiri menggunakan alat vibrator motor.



**Gambar 2. Cetak Es Balok**

#### Wiring Diagram Kelistrikan

Wiring diagram kelistrikan merupakan tahapan awal sebelum memasang komponen kelistrikan agar tidak terjadi kesalahan saat pemasangan. Fungsi wiring diagram untuk mengetahui berbagai jenis beban, kontrol, pengaman, serta alat ukur yang dipasang dalam instalasi alat mesin es balok. Pada diagram dibawah, arus positif dan negatif terletak berjauhan untuk menghindari konsleting arus listrik. Arus listrik positif dari sumber 380 dan 220 volt mengalir melalui MCB 1 phase dan 3 phase (Mini Circuit Breaker) untuk diteruskan ke kontrol temperatur (1 phase), 3 phase 16A untuk beban kontaktor dan fan, 1 phase 2A untuk timer, 1 phase 2A untuk kumparan kontaktor, 1 phase 6A untuk compresor oil heater. Pada kontrol temperatur dan compresor oil heater terdapat switch untuk menghidupkan sistem. Arus positif yang keluar dari tempratur control akan terkoneksi ke selenoid valve dan ke pressure switch atas perintah dari bacaan control yang sudah di setting sedemikian rupa. Pada saat mesin dalam keadaan on tempratur control akan memberikan arus untuk selenoid valve sehingga tekanan pada sistem refrigerasi akan turun, sehingga pressure switch akan memberikan sinyal kepada timer dan timer akan memberikan sinyal utuk kumparan kontaktor dan arus positif 3 phase pada kontaktor untuk kompresor dan fan akan terkoneksi sehingga mesin akan menyala, dan ketika tempratur kerja telah tercapai tempratur control akan memutus sinyal untuk selenoid valve oleh sebab itu tekanan pada sistem referigrasi akan meningkat, setelah itu pressure switch akan memutus arus listrik menuju timer dan sehingga mesin dapat mati, dan tekanan akan tetap tinggi, setelah pembacaan suhu pada sistem refrigerasi di atas suhu kerja maka sistem akan bekerja seperti awal kembali dan terus berulang untuk selanjutnya.



Gambar 3. Wiring diagram kelistrikan

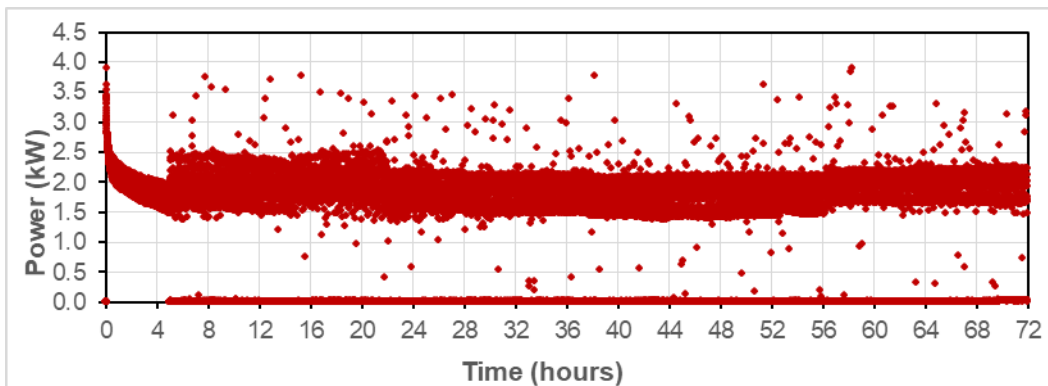
Bagian ini harus ditulis secara singkat dan padat. Bagian ini terdiri dari penjelasan tentang pendekatan penelitian, alat dan objek yang diteliti, penggunaan bahan atau komponen dan instrumen, pelaksanaan prosedur penelitian, parameter yang diamati, pengumpulan data, desain atau pendekatan, dan teknik analisis. Ini bukan teori. Setiap kriteria khusus yang digunakan oleh peneliti dalam mengumpulkan dan menganalisis data penelitian harus dijelaskan secara lengkap untuk menghasilkan dasar yang jelas untuk penelitian dalam kondisi serupa. Bagian ini harus ditulis tidak lebih dari 15% dari artikel.

## Hasil dan Pembahasan

Dari hasil penelitian ini memperoleh data-data kinerja kompresor, energi, dan produksi. Proses pengujian dilaksanakan di kampus Politeknik Negeri Bali selama 3 hari.

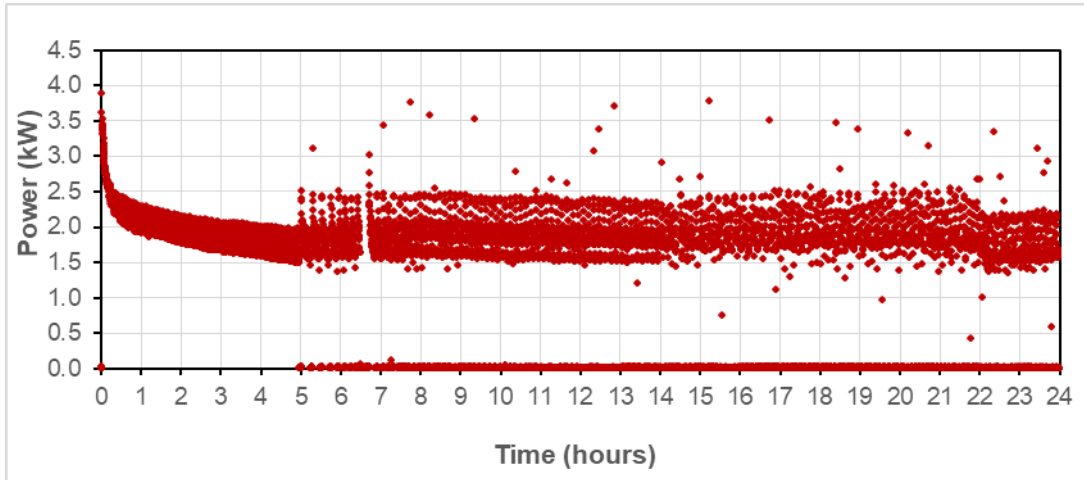
### 1. Data kinerja kompresor

Setelah melakukan pengujian hasil yang diperoleh dari kinerja kompresor ialah kompresor bekerja hanya bekerja terus 5 jam, setelah 5 jam komperor dihidupkan kompresor *cycling* on atau of karena komperos sudah mencapai temperatur ruangan  $-18^{\circ}$ . Jadi dalam 72 jam kompresor hidup 33 jam 52 menit dan kompresor mati selama 38 jam 48 menit. Dengan kompresor mengalami *cycling* kompresor dapat istirahat tidak bekerja terus selama 3 hari.



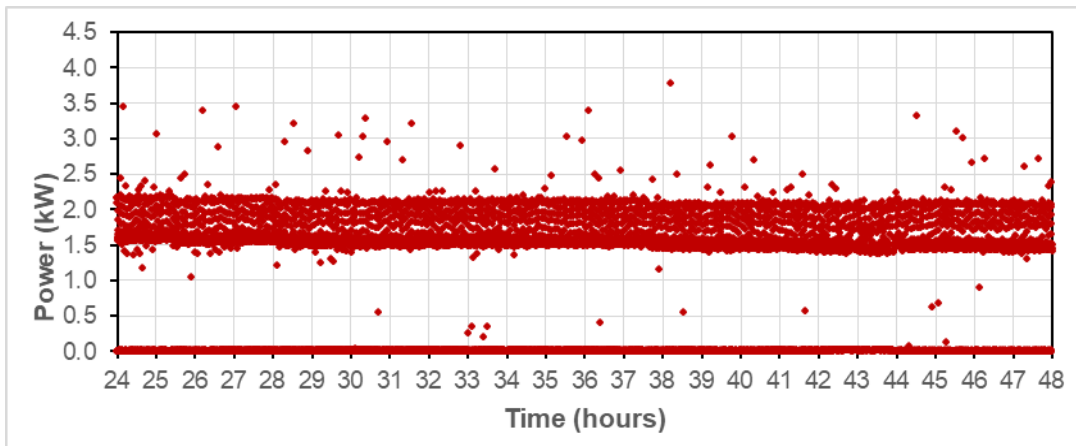
Gambar 4. Kinerja Kompresor selama 3 hari

Hari pertama kompresor hidup 5 jam hidup terus dari awal mesin es balok hidup setelah 5 jam kompresor *cycling*. Jadi kompresor total hidup 13 jam 29 menit dan mati selama 10 jam 31 menit. Dapat dijelaskan bahwa mesin baru tercapai suhu kerja yang di  $-18^{\circ}\text{C}$  tercapai pada waktu 5 jam. Setelah itu mesin akan mengalami siklus on/off yang cukup banyak peningkatan dapat dilihat dari 22 jam hingga 24 jam, karena suhu ruangan di setting  $-18^{\circ}\text{C}$ .



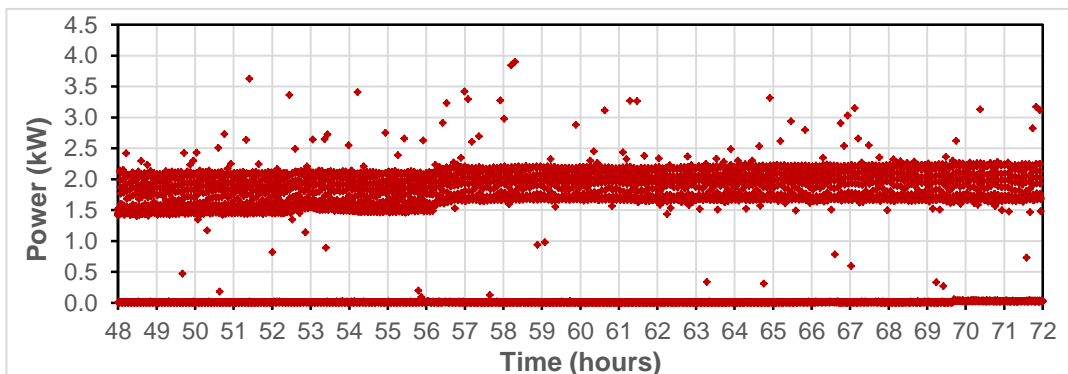
**Gambar 5.** Kinerja Kompresor selama 1 hari

Hari kedua kempresor masih *cycling*, jadi total kompresor hidup selama 11 jam 17 menit dan mati 13 jam 43 menit. Dimana kompresor lebih lama mati karena beban pendinginan temperatur ruangan sudah tercapai.



**Gambar 6.** Kinerja Kompresor selama 2 hari

Hari ketiga kompresor hidup Cuma 8 jam 25 menit dan mati 15 jam 35 menit. Dihari terakhir ini kompresor paling sebentar hidup dari pada hari sebelumnya

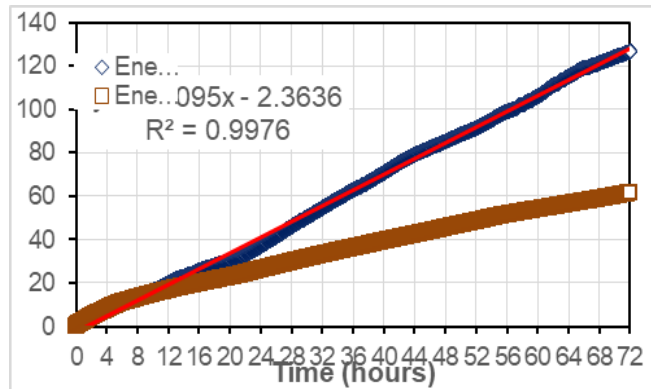


**Gambar 7.** Kinerja Kompresor selama 3 hari



## 2. Energi

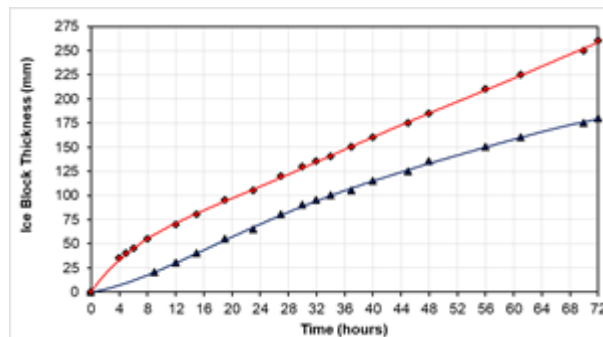
Dari data gambar 8 dibawah ini menjelaskan hari pertama menghabiskan energi 37.06 Kwh, hari kedua menghabiskan energi 48.24 Kwh, dan hari terakhir 41.2 Kwh. Jadi total energi yang di konsumsi adalah 126.5 Kwh. Energi yang dihabiskan tidak sesuai yang di inginkan garis coklat dan yang di dapatkan garis biru, jadi energi cukup boros karena kompresor sudah *cycling* setelah 5 jam kompresor dihidupkan. Energi yang di konsumsi setelah 5 jam mesin dihidupkan mengalami lonjakan dan seterusnya selama 3 hari.



Gambar 8. Grafik konsumsi energi

## 3 Produksi

Data produksi es balok di ambil 3 hari, disini pembentukan es balok dilakukan dengan menggunakan 2 alat yaitu dengan pompa dan *vibrator motor*. Hasil dibawah ini menjelaskan pompa garis biru terbentuknya es balok cukup lama karena menggunakan pompa yang airnya terus bersikulasi tetapi es baloknya mau berbentuk kristal dari pada alat *vibrator motor*. Dengan menggunakan alat vibrator menghasilkan kecepatan terbentuknya es balok lebih cepat dari pada menggunakan alat pompa tetapi es balok kurang kristal karena getaran dari *vibrator motor* kurang merata. Alat pompa selama 3 hari menghasilkan ketebalan 17,5 karena aliran air nya cukup deras makanya cukup lama mencapai ketebalannya. Sedangkan alat *vibrator motor* mencapai ketebalan 25 cm selama 3 hari.



Gambar 9. Grafik produksi mesin es balok

## Simpulan

Dari pengujian Mesin Es Balok Eksapansi Langsung R-404A Kapasitas 0,7 TR, maka dapat disimpulkan dengan melakukan pengujian selama 3 hari mesin yaitu:

1. Kinerja kompresor sudah *cycling* dalam 5 jam setelah dihidupkan karena suhu ruangan sudah tercapai, suhu ruangan di set 20°C. Oleh karena itu energi mengalami lonjakan yang cukup besar setelah 5 jam dan seterusnya sampai 3 hari waktu pengujiannya. Rata-rata mesin es balok mengalami *cycling* selama 6 jam sebanyak 65 kali. Jadi selama 24 jam kompresor mengalami *cycling* sebanyak 260 kali. Jadi dalam 72 jam kompresor hidup selama 33 jam 52 menit dan kompresor mati selama 38 jam 48 menit. Meskipun energi cukup boros tetapi, kompresor tidak terus hidup. Mengakibat kompresor tidak bekerja berat dan kompresor akan lebih tahan lama dari pada kompresor terus bekerja.

2. Hari pertama menghabiskan energi 37.06 Kwh, hari kedua menghabiskan energi 48.24 Kwh, dan hari terakhir 41.2 Kwh. Jadi total konsumsi energi mesin es balok yang dikonsumsi 126.5 Kwh. Jika 1 Kwh PLN adalah Rp. 1.467,00. Total biaya energi Mesin Es Balok  $126.5 \times 1.467,00 = \text{Rp. } 184.842,00$ .
3. Produksi mesin es balok yang menggunakan alat pompa menghasilkan es balok bening atau kristal, tetapi es balok tidak rata. Sedangkan yang menggunakan alat *vibrator motor* memproduksi es balok cukup bening atau kristal, cuma di atas permukaannya yang dibawah belum bening, karena getaran vibrator motor tidak sampai kebawah permukaan es balok. Mesin es balok menggunakan alat pompa 17,5 cm kualitas kristal tapi tidak rata karena sirkulasi air bagus. Sedangkan menggunakan alat *vibration motor* tercapai 25 cm dengan kualitas kurang kristal yang dibawah permukaan karena getaran kurang mencapai dasar cetakan es balok. Dari 20 jam awal dihidupkan mesin es balok cepat mencapai 10 cm tapi setelah 20 jam es balok sangat lama mencari ketebalannya.

## Ucapan Terima Kasih

Segala puji dan syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat dan anugerahnya, akhirnya karya tulis ilmiah ini telah berhasil diselesaikan. Saya selaku penulis ingin banyak berterimakasih kepada dosen pembimbing I Prof. Dr. Ir. I Made Rasta, M.Si, dosen pembimbing II Achmad Wibolo, ST,MT dan dosen I Nyoman Suamir, ST, M.Sc, PhD. Saya ucapkan terimakasih juga kepada orang tua saya, juga teknisi di politeknik negeri bali dan teman-teman yang membantu penelitian ini. Penulis mengharapkan saran dan kritikan yang dapat menyempurnakan karya tulis ilmiah ini untuk memperbaiki kekurangannya. Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih dan semoga karya tulis ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkan.

## Referensi

- [1] A. D.D. Nur, "Mesin es balok-mesin pembuatan es balok terbaru 2022," <http://grosirmesin.com/mesin-es-balok/>, 2020.
- [2] D. Setya, "Intip Pabrik Pembuatan Es Balok untuk Pengawetan Ikan," <https://food.detik.com/info-kuliner/d-5065433/intip-pabrik-pembuatan-es-balok-untuk-pengawet-ikan>, 2020.
- [3] T. M. Solusindo, "Mesin es cetak es balok mini portable/pembuatan es kantong plastic," <http://www.tokomesininsolusindo.co.id/2020/08/inovasi-terbaru-mesin-es-balok-mini.html?m=1>, 2020.
- [4] C. D. A. Anindhita, "Cara Membuat Es Balok Tanpa Listrik Dengan Mudah," <https://tukangreview.com/cara-membuat-es-balok-tanpa-listrik/>, 2019.
- [5] A. Thaselia, "Pecinta es wajib tahu, bahaya di balik konsumsi es balok" <https://www.grid.id/read/04889364/pecinta-es-wajib-tahu-bahaya-di-balik-konsumsi-es-balok>, 2018.
- [6] A. Ramadhana, "8 Penjelasan kenapa dalam es batu warnanya putih, kamu belum tahu kan?" <https://www.brilio.net/ilmiah/8-penjelasan-kenapa-dalam-es-batu-warnanya-putih-kamu-belum-tahu-kan-1770414l.html>, 2017.
- [7] M. M. Huda, "Mengapa ada es batu yang begitu keras dan ada es batu yang lebih mudah hancur," <https://id.quora.com/Mengapa-ada-es-batu-yang-begitu-keras-dan-ada-es-batu-yang-lebih-mudah-hancur>, 2018.
- [8] A. Erawan, "Mulai 1 januari 2015, freon perusak ozon dilarang," <https://www.rumah.com/berita-properti/2014/11/71489/mulai-1-januari-2015-freon-perusak-ozon-dilarang>, 2014.
- [9] M. Wirawan, "Pengaruh retrofit refrigerant 22 dengan refrigerant 404a terhadap unjuk kerja dari air conditioning," *Seminar Nasional Tahun Teknik Mesin VII November, vol.1, pp.1-2, 2008.*
- [10] Polarin, "Mengenal refrigerant R404a" <https://polarin.co.id/mengenal-refrigerant-r404a/>, 2016.