

## **IV. HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **A. Perbandingan Energi Pabrik Penggilingan Padi**

#### **1. Energi Pengangkutan Pabrik Penggilingan Padi**

Energi pengangkutan yang diteliti dalam penelitian ini adalah energi yang digunakan untuk pengangkutan padi oleh seseorang dengan berjalan kaki, menggunakan motor dan mobil. Energi Pengangkutan pada Pabrik Penggilingan Padi Kapasitas Kecil (PPPKK) menggunakan energi manusia dan energi motor. Energi Pengangkutan pada Pabrik Penggilingan Padi Kapasitas Menengah (PPPKM) menggunakan energi motor dan energi mobil. Energi Pengangkutan pada Pabrik Penggilingan Padi Kapasitas Besar (PPPKB) menggunakan energi mobil.

#### ***Pabrik Penggilingan Padi Kapasitas Kecil (PPPKK)***

Energi manusia yang diteliti dalam penelitian ini adalah tenaga manusia yang mengangkut padi dengan berjalan kaki dari sawah ke Pabrik Penggilingan Padi (PPP) atau dari rumah ke PPP. Rerata energi manusia PPPKK 24,39 kJ/kg dengan

rerata kapasitas beban 75,04 kg/hari dapat dilihat pada Tabel 5. Energi manusia yang digunakan disini adalah energi untuk mengangkut padi dengan berjalan kaki dengan jarak yang cukup jauh, dimana para petani yang menggiling padi tersebut berada di sekitar PPP. Mereka membawa padi dengan memanggul padi yang telah dimasukkan ke dalam karung plastik ukuran 50 kg yang berjumlah 1 buah (50 kg).

Rerata energi motor PPPKK 72,15 kJ/kg dengan rerata kapasitas beban 112,19 kg/hari, rerata kebutuhan bahan bakar bensin 0,25 liter/jam dapat dilihat pada Tabel 5. Energi motor yang digunakan disini adalah motor yang dikendarai oleh seseorang untuk mengangkut padi dengan menggunakan karung plastik yang berukuran 50 kg yang berjumlah 2 buah (100 kg).

Rerata energi mobil tidak ditemukan pada PPPKK, dikarenakan para petani lebih senang berjalan kaki atau menggunakan sepeda motor. Pengangkutan padi dengan menggunakan mobil dianggap oleh petani belum merupakan suatu jenis pengangkutan yang mendesak pada saat ini. Karena kapasitas beban yang diangkut juga hanya berkisar diantara 50 - 100 kg/hari, dianggap lebih efisien menggunakan motor.

Rerata energi pengangkutan PPPKK 35,97 kJ/kg dengan rerata kapasitas beban 62,41 kg/hari, dan rerata kebutuhan bahan bakar motor 0,25 liter/jam dapat dilihat pada Tabel 5. Hal ini berarti rerata energi pengangkutan yang digunakan cukup kecil, dimana dengan kebutuhan bahan bakar bensin hanya 0,25 liter/jam. Sehingga petani lebih senang menggunakan motor untuk mengangkut beban diantara 50 -

100 kg, bahkan tenaga manusia lebih sedikit digunakan sehingga petani tidak terlalu capek. Rerata energi mobil tidak ditemukan pada PPPKK, karena para petani lebih senang menggunakan energi manusia dan energi motor. Pengangkutan dengan menggunakan mobil dianggap belum mendesak pada saat ini.

Tabel 5. Rerata energi pengangkutan PPPKK

No.	Jenis sub energi	Rerata beban (kg/hari)	Rerata energi (kJ/kg)	Rerata bahan bakar (liter/jam)
1.	Energi manusia	75,04	24,39	
2.	Energi motor	112,19	72,15	<b>0,25</b>
3.	Energi mobil			
3.1.	Energi manusia ( <i>handling</i> )	0,00	0,00	
3.2.	Energi mobil	0,00	0,00	
		0,00	0,00	
<b>Rerata</b>		<b>62,41</b>	<b>35,97</b>	

#### ***Pabrik Penggilingan Padi Kapasitas Menengah (PPPKM)***

Rerata energi manusia tidak ditemukan pada PPPKM, dikarenakan jarak yang ditempuh cukup jauh lebih dari 5 km. Para petani lebih senang mengangkut padi dengan menggunakan motor dan mobil. Rerata energi motor PPPKM 55,37 kJ/kg dengan rerata kapasitas beban 102,39 kg/hari, rerata kebutuhan bahan bakar bensin 0,23 liter/jam dapat dilihat pada Tabel 5. Energi motor yang digunakan disini adalah motor yang dikendarai oleh seseorang, dengan mengangkut padi yang menggunakan karung plastik yang berukuran 50 kg yang berjumlah 2 karung (minimal 100 kg).

Rerata energi mobil 44,53 kJ/kg dengan rerata kapasitas beban 6.315,13 kg/hari terdiri dari: energi manusia yang bersifat *handling* 10,45 kJ/kg dengan rerata kapasitas beban 2.617,73 kg/hari, rerata energi mobil 3.697,40 kJ/kg dengan rerata kapasitas dapat dilihat pada Tabel 6. Energi manusia pada PPPKM hanya bersifat pelengkap (*handling*) karena tidak merupakan energi yang utama dalam penghitungan energi pengangkutan. Energi manusia yang digunakan tenaga manusia untuk memindahkan padi yang telah dikarungkan berukuran 50 kg dari mobil ke gudang atau ke lantai penjemuran yang berjarak 100 - 200 m. Rerata energi mobil 34,08 kJ/kg dengan rerata kapasitas beban 3.697,40 kJ/kg, dan rerata kebutuhan bahan bakar solar 0,32 liter/jam dapat dilihat pada Tabel 6. Energi mobil merupakan energi yang mengangkut padi dari petani pengumpul atau koperasi dengan jarak yang jauh diantara 50 - 100 km.

Rerata energi pengangkutan PPPKM 48,65 kJ/kg dengan rerata kapasitas beban 2.238,12 kg/hari, rerata kebutuhan bahan bakar motor (bensin) 0,23 liter/jam, dan rerata kebutuhan bahan bakar mobil (solar) 0,32 liter/jam dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Rerata energi pengangkutan PPPKM

No.	Jenis sub energi	Rerata beban (kg/hari)	Rerata energi (kJ/kg)	Rerata bahan bakar (liter/jam)
1.	Energi manusia	0,00	0,00	
2.	Energi motor	102,39	55,37	<b>0,23</b>
3.	Energi mobil			
3.1.	Energi manusia ( <i>handling</i> )	2.617,73	10,45	
3.2.	Energi mobil	3.697,40	34,08	<b>0,32</b>
		6.315,13	44,53	
<b>Rerata</b>		<b>2.238,12</b>	<b>48,65</b>	

### ***Pabrik Penggilingan Padi Kapasitas Besar (PPPKB)***

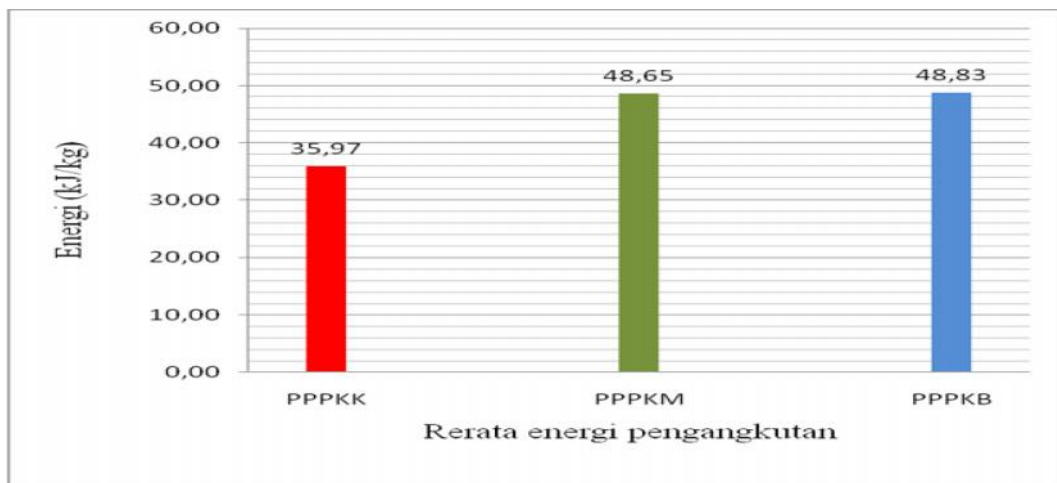
Energi mobil yang diteliti dalam penelitian ini adalah energi yang dipergunakan seseorang untuk mengangkut padi dari mobil ke gudang atau ke lantai penjemuran. Energi mobil PPPKB 61,27 kJ/kg dengan rerata kapasitas beban 26.415,20 kg/hari terdiri dari: energi manusia yang bersifat *handling* 10,45 kJ/kg dengan rerata kapasitas beban 9.037,03 kg/hari, rerata energi mobil 50,82 kJ/kg dengan kapasitas beban 17.378,17 kJ/kg dengan rerata energi mobil 44,53 kJ/kg dengan kapasitas beban 6.315,13 kg/hari, dan rerata kebutuhan bahan bakar 5,67 liter/jam dapat dilihat pada Tabel 7. Pengangkutan padi pada PPPKB menggunakan mobil lebih digunakan oleh petani karena dapat mengangkut beban lebih banyak sekitar 26 ton untuk 4 mobil. Seharusnya lebih dioptimalkan kapasitas beban yang diangkut, karena satu mobil mampu mengangkut sekitar 10 ton/hari. Jadi jika terdapat 4 mobil maka seharusnya dioptimalkan (*full capacity*) menjadi 40 ton padi yang diangkut.

Rerata energi pengangkutan PPPKB 48,83 kJ/kg dengan rerata kapasitas beban 8.805,07 kg/hari, rerata kebutuhan bahan bakar solar 5,67 liter/jam dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Rerata energi pengangkutan PPPKB

No.	Jenis sub energi	Rerata beban (kg/hari)	Rerata energi (kJ/kg)	Rerata bahan bakar (liter/jam)
1.	Energi manusia	0,00	0,00	
2.	Energi motor	0,00	0,00	
3.	Energi mobil			
3.1.	Energi manusia ( <i>handling</i> )	9.037,03	10,45	
3.2.	Energi mobil	17.378,17	50,82	<b>5,67</b>
		26.415,20	61,27	
<b>Rerata</b>		<b>8.805,07</b>	<b>48,83</b>	

Kesimpulan dari perbandingan energi pengangkutan sebagai berikut: rerata energi pengangkutan PPPKK 35,97 kJ/kg lebih kecil dari PPPKM 48,65 kJ/kg, rerata energi pengangkutan PPPKM lebih kecil dari PPPKB 48,83 kJ/kg dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 : Perbandingan rerata energi pengangkutan PPPKK, PPPKM, dan PPPKB

Keterangan:

- PPPKK : Pabrik Penggilingan Padi Kapasitas Kecil
- PPPKM : Pabrik Penggilingan Padi Kapasitas Menengah
- PPPKB : Pabrik Penggilingan Padi Kapasitas Besar

## **2. Energi pengeringan Pabrik Penggilingan Padi (PPP)**

Energi pengeringan yang diteliti dalam penelitian ini adalah energi yang digunakan oleh seseorang pada saat pemindahan padi dari gudang ke lantai penjemuran atau pembalikan padi di lantai penjemuran. Energi pengeringan pada PPPKK, PPPKM, PPPKB menggunakan energi manusia untuk penjemuran padi di lantai penjemuran, tetapi pada PPPKB menggunakan alat pengering (*box dryer*) untuk pengeringan padi dengan menggunakan bahan bakar sekam padi terutama pada musim penghujan.

### ***Pabrik Penggilingan Padi Kapasitas Kecil (PPPKK)***

Rerata energi pengeringan PPPKK 20,90 kJ/kg dengan rerata kapasitas beban 6.595,20 kg/hr yang terdiri dari: rerata energi manusia (pemindahan padi dari mobil ke lantai penjemuran) 10,45 kJ/kg dengan rerata kapasitas beban 3.297,60 kg/hari, rerata energi manusia (pembalikan padi di lantai penjemuran) 10,45 kJ/kg dengan rerata kapasitas beban 3.297,60 kg/hari, dan energi *box dryer* tidak ditemukan pada PPPKK dapat dilihat pada Tabel 8. Dianggap cukup optimal dalam penggunaan energi manusia, karena rerata kapasitas bebannya cukup tinggi untuk ukuran standar energi manusia diantara 50 – 100 kg/orang. Energi matahari tidak diperhitungkan dalam penelitian ini, karena tersedia cukup banyak pada saat musim kemarau panjang dan tidak dikenakan beban biaya.

Tabel 8. Rerata energi pengeringan PPPKK

No.	Jenis sub energi	Rerata beban (kg/hari)	Rerata energi (kJ/kg)
1.	Energi manusia (pemindahan)	3.297,60	10,45
2.	Energi manusia (pembalikan)	3.297,60	10,45
<b>Rerata</b>		<b>6.595,20</b>	<b>20,90</b>

***Pabrik Penggilingan Padi Kapasitas Menengah (PPPKM)***

Rerata energi pengeringan PPPKM 20,90 kJ/kg dengan rerata kapasitas beban 12.227,10 kg/hari yang terdiri dari: rerata energi manusia (pemindahan padi dari mobil ke lantai penjemuran) 10,45 kJ/kg dengan rerata kapasitas beban 6.113,55 kg/hari, rerata energi manusia (pembalikan padi di lantai penjemuran) 10,45 kJ/kg dengan rerata kapasitas beban 6.113,55 kg/hari, dan energi *box dryer* tidak ditemukan pada PPPKK dapat dilihat pada Tabel 9. Dianggap cukup optimal dalam penggunaan energi manusia, karena rerata kapasitas bebannya cukup tinggi untuk ukuran standar energi manusia diantara 50 – 100 kg/orang. Energi matahari tidak diperhitungkan dalam penelitian ini, karena tersedia cukup banyak pada saat musim kemarau panjang dan tidak dikenakan beban beban biaya.

Tabel 9. Rerata energi pengeringan PPPKM

No.	Jenis sub energi	Rerata beban (kg/hari)	Rerata energi (kJ/kg)
1.	Energi manusia (pemindahan)	6.113,55	10,45
2.	Energi manusia (pembalikan)	6.113,55	10,45
<b>Rerata</b>		<b>12.227,10</b>	<b>20,90</b>



### ***Pabrik Pengilinan Padi Kapasitas Besar (PPKB)***

Rerata energi pengeringan PPPKB 38,25 kJ/kg dengan rerata kapasitas beban 18.207,48 kg/hari yang terdiri dari: rerata energi manusia (pemindahan padi dari mobil ke lantai penjemuran) 10,45 kJ/kg dengan rerata kapasitas beban 5.457,80 kg/hari, rerata energi manusia (pembalikan padi di lantai penjemuran) 10,45 kJ/kg dengan rerata kapasitas beban 5.457,80 kg/hari, dan energi *box dryer*. Energi *box dryer* terdiri dari: energi manusia berisfat pelengkap (*handling*) 3,48 kJ/kg dengan rerata kapasitas beban 1.307,43 kg/hr, energi *generator* 12,85 kJ/kg dengan kapasitas beban 2.992,22 kg/hari, rerata kebutuhan solar 8,95 liter/jam dan rerata energi kebutuhan sekam padi 1,02 kJ/kg dengan kapasitas beban 2.922,22 kg/hari, dan rerata kebutuhan solar 8,98 liter/jam dapat dilihat pada Tabel 10.

Dianggap cukup optimal dalam penggunaan energi manusia, karena rerata kapasitas bebannya cukup tinggi untuk ukuran standar energi manusia diantara 50 - 100 kg/orang. Energi matahari tidak diperhitungkan dalam penelitian ini, karena tersedia cukup banyak pada saat musim kemarau panjang dan tidak dikenakan beban biaya. Penggunaan alat pengering (*box dryer*) lebih efisien jika kapasitas beban yang digunakan optimal (*full capacity*) 10 ton/hari. Kenyataan di lokasi penelitian, penggunaan alat pengering (*box dryer*) baru sekitar 7 ton/hari. Sehingga efisiensi energi belum sepenuhnya diterapkan.

Tabel 10. Rerata energi pengeringan PPPKB

No.	Jenis sub energi	Rerata beban (kg/hari)	Rerata energi (kJ/kg)	Rerata bahan bakar (liter/jam)
1.	Energi manusia (pemindahan)	5.457,80	10,45	
2.	Energi manusia (pembalikan)	5.457,80	10,45	
3.	Energi <i>box dryer</i>			
3.1.	Energi manusia ( <i>handling</i> )	1.307,43	3,48	
3.2.	Energi generator	2.992,22	12,85	<b>8,95</b>
3.3.	Energi kebutuhan sekam padi	2.922,22	1,02	<b>8,98</b>
		7.291,88	17,35	
<b>Rerata</b>		<b>18.207,48</b>	<b>38,25</b>	

Penggunaan energi lebih efisien jika dikombinasi alat pengering padi sistem kontinu dengan mesin *huller*, dapat menggunakan luaran sekam padi menjadi bahan bakar, dan hembusan udara yang diperoleh dapat digunakan untuk pengatur temperatur udara pengering. Kualitas pengeringan dapat diatur antar padi konsumsi dan padi bibit. Proses pengeringan yang terjadi dapat dilakukan secara merata pada padi basah yang dikeringkan (Budiharti, 2010).

Sangatlah perlu untuk dikaji dan dimasyarakatkan pemakaian mesin pengering padi, dimana dalam pemakaian mesin pengering tersebut harus memperhatikan kondisi bahan baku (gabah kering panen) yang dihasilkan pada daerah yang bersangkutan, sehingga pemakaian mesin pengering tersebut akan tepat guna dan tepat sasaran.

Pengeringan merupakan salah satu tahap kegiatan dalam penanganan pascapanen padi yang sangat menentukan mutu beras. Keterlambatan atau proses pengeringan yang tidak sempurna dari gabah hasil panen akan menyebabkan turunnya mutu

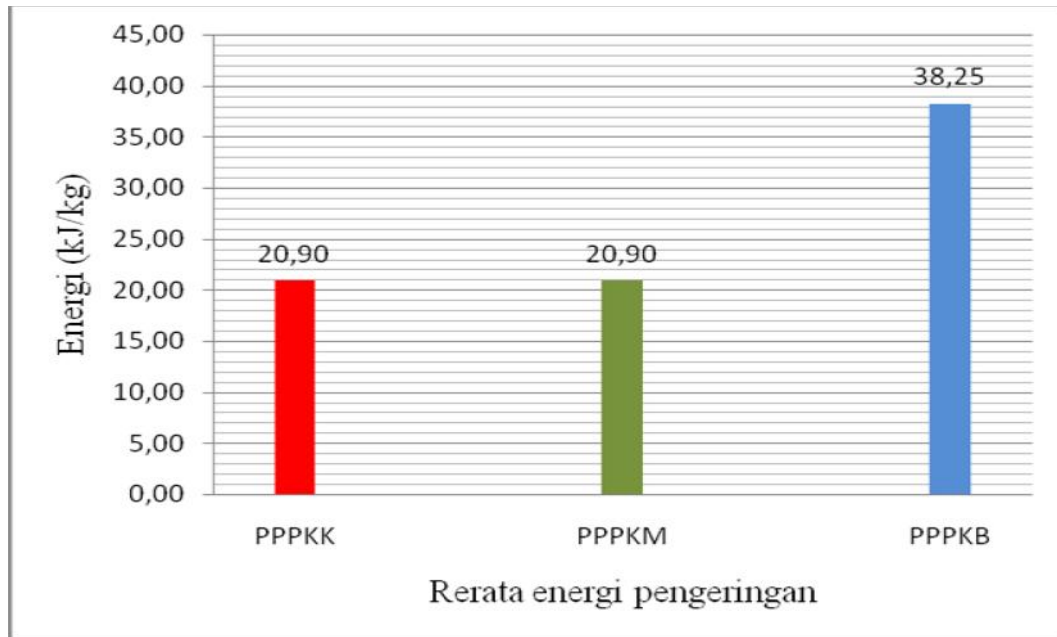
beras giling yang ditunjukkan oleh tingginya butir pecah, butir kuning, butir rusak serta turunnya rendemen. Proses pengeringan di pedesaan umumnya masih dilakukan dengan cara tradisional yaitu penjemuran di bawah panas matahari dengan alas tikar/terpal/plastik di halaman atau tanggul saluran/jalan. Selama penjemuran gabah dibiarkan di lapangan sedang bila turun hujan atau malam hari cukup ditutupi karung atau plastik (Ismail, dkk., 2010).

Data BPS tahun 2010 menunjukkan bahwa dari 55 juta ton padi yang diproduksi di Indonesia, lima puluh persennya diproduksi di daerah Jawa Timur, Jawa Barat dan Jawa Tengah (Hambali, 2010). Di Jawa Tengah sebagai penghasil padi terbesar ketiga setelah Jawa Barat dan Jawa Timur dihasilkan 8,5 juta ton padi atau setara dengan 1,7 juta ton sekam padi per tahun.

Jumlah sekam padi yang sedemikian besar tersebut kebanyakan hanya digunakan sebagai bahan bakar langsung pembakaran batubata atau sebagai bahan pembuatan batubata. Potensi produksi jerami padi per ha kurang lebih 10 - 15 ton. Jerami umumnya digunakan sebagai bahan pupuk dan media jamur. Di lokasi penelitian yang berada di Kabupaten Pesawaran dan Kabupaten Pringsewu, sekam padi dimanfaatkan untuk bahan bakar mesin pengering (*box dryer*) pada PPPKB. Pada PPPKK dan PPPKM tidak ditemukan pemanfaatan limbah sekam sebagai bahan bakar.

Kesimpulan dari perbandingan: rerata energi pengeringan PPPKK 20,90 kJ/kg sama dengan rerata energi pengeringan PPPKM 20,90 kJ/kg, rerata energi

pengeringan PPPKM 20,90 kJ/kg lebih kecil dari rerata energi pengeringan PPPKB 38,25 kJ/kg dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 : Perbandingan rerata energi pengeringan PPPKK, PPPKM dan PPPKB

Keterangan:

- PPPKK : Pabrik Penggilingan Padi Kapasitas Kecil
- PPPKM : Pabrik Penggilingan Padi Kapasitas Menengah
- PPPKB : Pabrik Penggilingan Padi Kapasitas besar

### 3. Energi Penggilingan Pabrik Penggilingan Padi

Energi penggilingan yang dimaksud dalam penelitian ini adalah energi yang menyangkut penggunaan energi manusia dan energi mesin penggilingan padi. Energi penggilingan terdiri dari energi mesin penggiling dan energi manusia. Dimana pada PPPKK mesin penggilingan terdiri dari mesin pemecah kulit (*husker*) dan pemoles (*polisher*) yang dilakukan dengan dua kali, karena mesin penggilingnya masih baru dengan kurun waktu pemakaian 5 - 10 tahun. Pada

PPPKB menggunakan mesin pemecah kulit (*husker*) dan pemoles (*polisher*) yang modern dilakukan dengan satu kali, karena mesin penggilingnya lebih banyak menggunakan mesin dengan kurun waktu pemakaian 1 - 1,5 tahun.

### ***Pabrik Penggilingan Padi Kapasitas Kecil (PPPKK)***

Rerata energi penggilingan PPPKK 146,82 kJ/kg dengan kapasitas beban 4.539,33 kg/hari yang terdiri dari: rerata energi manusia bersifat pelengkap (*handling*) 10,45 kJ/kg dengan rerata kapasitas beban 961,81 kg/hari, rerata energi mesin penggiling 136,37 kJ/kg dengan rerata kapasitas beban 3.577,53 kg/hari, rerata kebutuhan bahan bakar solar 13,97 liter/jam dapat dilihat pada Tabel 11. Rerata kapasitas beban yang digiling cukup tinggi yaitu 3.577,53 kg/hari dari 8 jam operasional menjadi 447,19 kg/jam.

Tabel 11. Rerata energi penggilingan PPPKK

No.	Jenis sub energi	Rerata beban (kg/hari)	Rerata energi (kJ/kg)	Rerata bahan bakar (liter/jam)
1.	Energi manusia ( <i>handling</i> )	961,81	10,45	
2.	Energi mesin penggiling	3.577,53	136,37	<b>13,97</b>
<b>Rerata</b>		<b>4.539,33</b>	<b>146,82</b>	

### ***Pabrik Penggilingan Padi Kapasitas Menengah (PPPKM)***

Rerata energi penggilingan PPPKM 158,65 kJ/kg dengan kapasitas beban 3.513,09 kg/hari yang terdiri dari: rerata energi manusia bersifat pelengkap

(*handling*) 10,45 kJ/kg dengan rerata kapasitas beban 1.088,71 kg/hari, rerata energi mesin penggiling 148,20 kJ/kg dengan rerata kapasitas beban 2.424,37 kg/hari, rerata kebutuhan bahan bakar solar 9,30 liter/jam dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Rerata energi penggilingan PPPKM

No.	Jenis sub energi	Rerata beban (kg/hari)	Rerata energi (kJ/kg)	Rerata bahan bakar (liter/jam)
1.	Energi manusia ( <i>handling</i> )	1.088,71	10,45	
2.	Energi mesin penggiling	2.424,37	148,20	<b>9,30</b>
<b>Rerata</b>		<b>3.513,09</b>	<b>158,65</b>	

### ***Pabrik Penggilingan Padi Kapasitas Besar (PPPKB)***

Rerata energi penggilingan PPPKB 159,72 kJ/kg dengan rerata kapasitas beban 5.811,34 kg/hari yang terdiri dari: rerata energi manusia (*handling*) 10,45 kJ/kg dengan rerata kapasitas beban 1.148,47 kg/hari rerata energi mesin penggiling 149,27 kJ/kg dengan rerata kapasitas beban 4.662,87 kg/hari, rerata kebutuhan bahan bakar solar 18,02 liter/jam dapat dilihat pada Tabel 13.

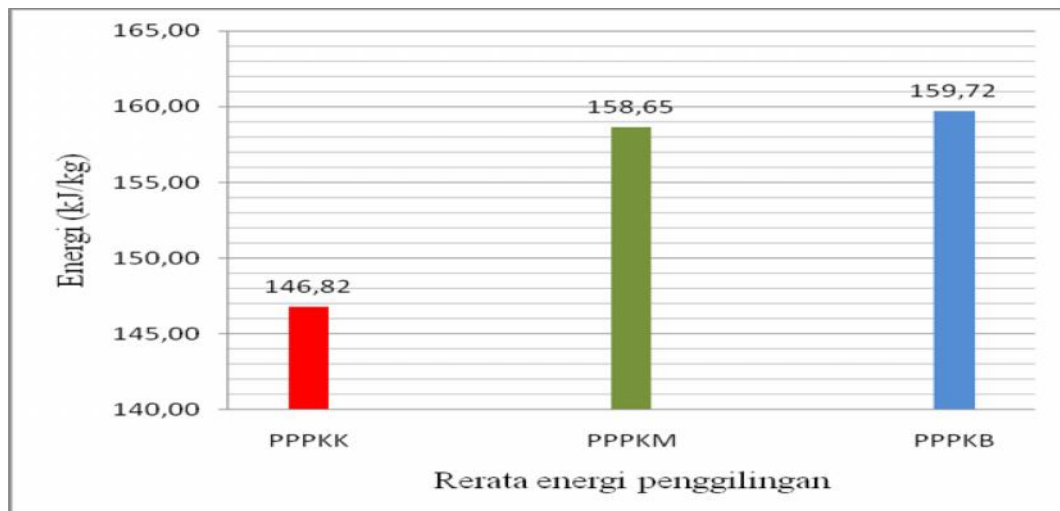
Tabel 13. Rerata energi penggilingan PPPKB

No.	Jenis sub energi	Rerata beban (kg/hari)	Rerata energi (kJ/kg)	Rerata bahan bakar (liter/jam)
1.	Energi manusia ( <i>handling</i> )	1.148,47	10,45	
2.	Energi mesin penggiling	4.662,87	149,27	<b>18,02</b>
<b>Rerata</b>		<b>5.811,34</b>	<b>159,72</b>	

Balai Besar Mekanisasi Pertanian Kabupaten Cianjur - Jawa Barat melakukan penelitian mengenai perbaikan konfigurasi mesin pada penggilingan padi kecil untuk meningkatkan rendemen giling. Pengamatan meliputi pengamatan harian terhadap bahan baku, volume giling, rendemen giling dan kualitas beras hasil penggilingan. Disamping itu juga dilakukan pengujian secara periodik terhadap penggilingan padi tersebut dengan beberapa perlakuan konfigurasi yaitu *Husker - Polisher (H-P)*, *Husker - Separator - Polisher (H-S-P)* dan *Cleaner - Husker - Separator - Polisher (C-H-S-P)*. Evaluasi dilakukan berdasarkan data-data hasil pengamatan dan pengujian yang ada. Lokasi penggilingan padi yang dipergunakan adalah penggilingan padi Cibinong- Jawa Barat. Konsumen pada kedua penggilingan padi tersebut beragam sehingga memungkinkan untuk dilakukan pengamatan pada berbagai konfigurasi yang ada.

Konsumen petani biasanya menghendaki proses pengupasan kulit (*husker*) dan pemolesan saja (*polisher*) tanpa *separator*, sedangkan konsumen pedagang menghendaki adanya proses pemisahan (*separator*). Pada penggilingan padi Cibinong, pemrosesan beras berlangsung secara kontinyu, bahan berupa gabah diumpankan ke dalam mesin pemecah gabah, kemudian beras pecah kulit dari mesin pengupas gabah dibawa oleh *elevator* ke *separator* yang terletak di bagian atas pemecah gabah, gabah yang belum terkupas kembali turun ke pengupas gabah dan beras pecah kulit turun ke pemoles, selanjutnya beras dari pemoles ditampung. Kedua penggilingan padi tersebut mempunyai tata letak mesin yang hampir sama, yaitu *separator* diletakkan diatas mesin pengupas gabah dan pemoles (Budiharti, dkk., 2010).

Kesimpulan dari perbandingan: rerata energi penggilingan PPPKK 146,82 kJ/kg lebih kecil dari erata energi penggilingan PPPKM 158,62 kJ/kg, rerata energi penggilingan PPPKM 158,62 kJ/kg lebih kecil rerata energi penggilingan PPPKM 159,72 kJ/kg dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 : Perbandingan rerata energi penggilingan PPP

Keterangan:

- PPPKK : Pabrik Penggilingan Padi Kapasitas Kecil
- PPPKM : Pabrik Penggilingan Padi Kapasitas Menengah
- PPPKB : Pabrik Penggilingan Padi Kapasitas Besar

#### 4. Energi Pengemasan Pabrik Penggilingan Padi

Energi pengemasan dalam penelitian ini adalah penggunaan energi mesin pengemas dan energi manusia sebagai *handling* (pelengkap).

Pabrik Penggilingan Padi (PPP) menggunakan mesin pengemas dengan kapasitas karung pengemas 5 kg, 10 kg, 25 kg dan 50 kg.



### ***Pabrik Penggilingan Padi Kapasitas Kecil (PPPKK)***

Rerata energi pengemasan PPPKK 10,55 kJ/kg dengan kapasitas beban 3.069,19 kg/hari yang terdiri dari: rerata energi manusia sebagai pelengkap (*handling*) 10,45 kJ/kg dengan kapasitas beban 1.754,35 kg/hari, rerata energi mesin pengemas 0,10 kJ/kg dengan kapasitas beban 1.314,84 kg/hari dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14. Rerata energi pengemasan PPPKK

No.	Jenis sub energi	Rerata beban (kg/hari)	Rerata energi (kJ/kg)
1.	Energi manusia ( <i>handling</i> )	1.754,35	10,45
2.	Energi mesin pengemas	1.314,84	0,10
<b>Rerata</b>		<b>3.069,19</b>	<b>10,55</b>

### ***Pabrik Penggilingan Padi Kapasitas Menengah (PPPKM)***

Rerata energi pengemasan PPPKM 10,59 kJ/kg dengan kapasitas beban 7.585,14 kg/hari yang terdiri dari: rerata energi manusia sebagai *handling* (pelengkap) terdapat 10,45 kJ/kg dengan kapasitas beban 3.946,48 kg/hari, rerata energi mesin pengemas 0,14 kJ/kg dengan kapasitas beban 3.638,66 kg/hari dapat dilihat pada Tabel 15.

Tabel 15. Rerata energi pengemasan PPPKM

No.	Jenis sub energi	Rerata beban (kg/hari)	Rerata energi (kJ/kg)
1.	Energi manusia ( <i>handling</i> )	3.946,48	10,45
2.	Energi mesin pengemas	3.638,66	0,14
<b>Rerata</b>		<b>7.585,14</b>	<b>10,59</b>

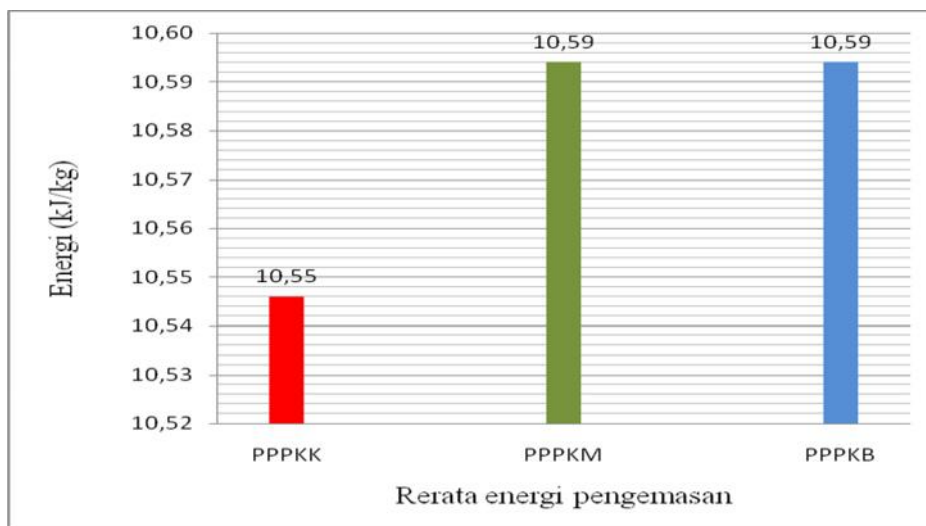
***Pabrik Penggilingan Padi Kapasitas Besar (PPPKB)***

Rerata energi pengemasan PPPKB terdapat 10,59 kJ/kg dengan kapasitas beban 8.531,31 kg/hari yang terdiri dari: energi manusia sebagai *handling* (pelengkap) terdapat 10,45 kJ/kg dengan kapasitas beban 3.582,55 kg/hari, rerata energi mesin pengemas terdapat 0,14 kJ/kg dengan kapasitas beban 4.948,76 kg/hari dapat dilihat pada Tabel 16.

Tabel 16. Rerata energi pengemasan PPPKB

No.	Jenis sub energi	Rerata beban (kg/hari)	Rerata energi (kJ/kg)
1.	Energi manusia ( <i>handling</i> )	3.582,55	10,45
2.	Energi mesin pengemas	4.948,76	0,14
<b>Rerata</b>		<b>8.531,31</b>	<b>10,59</b>

Kesimpulan dari perbandingan: rerata energi pengemasan PPPKB 10,55 kJ/kg lebih kecil dari rerata energi pengemasan PPPKM 10,59 kJ/kg, rerata energi pengemasan PPPKM sama dengan rerata energi pengemasan PPPKB 10,59 kJ/kg dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 : Perbandingan rerata energi pengemasan PPPKK, PPPKM dan PPPKB

Keterangan:

PPPKK : Pabrik Penggilingan Padi Kapasitas Kecil

PPPKM : Pabrik Penggilingan Padi Kapasitas Menengah

PPPKB : Pabrik Penggilingan Padi Kapasitas Besar

## 5. Energi Penyimpanan Pabrik Penggilingan Padi

Energi penyimpanan yang dimaksud dalam penelitian ini adalah penyimpanan beras yang telah dikemas dengan karung plastik 10 kg, 25 kg dan 50 kg ke tempat penyimpanan yang telah beralaskan papan dengan sirkulasi udara yang baik, sehingga beras yang telah dikemas tidak mudah busuk dalam jangka waktu maksimal 2 bulan.

### ***Pabrik Penggilingan Padi Kapasitas Kecil (PPPKK)***

Rerata energi penyimpanan PPPKK terdapat 10,45 kJ/kg dengan rerata kapasitas beban 1.721,05 kg/hari yang terdiri dari: energi manusia (*handling*) 10,45 kJ/kg dengan rerata kapasitas beban 1.721,05 kg/hari, dan tidak ditemukan energi mesin penyimpanan dapat dilihat pada Tabel 17.

Tabel 17. Rerata energi penyimpanan PPPKK

No.	Jenis sub energi	Rerata beban (kg/hari)	Rerata energi (kJ/kg)
1.	Energi manusia ( <i>handling</i> )	1.721,05	10,45
2.	Energi mesin penyimpan	0,00	0,00
<b>Rerata</b>		<b>1.721,05</b>	<b>10,45</b>

### ***Pabrik Penggilingan Padi Kapasitas Menengah (PPPKM)***

Rerata energi penyimpanan PPPKM terdapat 10,45 kJ/kg dengan rerata kapasitas beban 3.099,16 kg/hari yang terdiri dari: energi manusia bersifat pelengkap (*handling*) 10,45 kJ/kg dengan rerata kapasitas beban 3.099,16 kg/hari, dan tidak ditemukan energi mesin penyimpan dapat dilihat pada Tabel 18.

Tabel 18. Rerata energi penyimpanan PPPKM

No.	Jenis sub energi	Rerata beban (kg/hari)	Rerata energi (kJ/kg)
1.	Energi manusia ( <i>handling</i> )	3.099,16	10,45
2.	Energi mesin penyimpan	0,00	0,00
<b>Rerata</b>		<b>3.099,16</b>	<b>10,45</b>

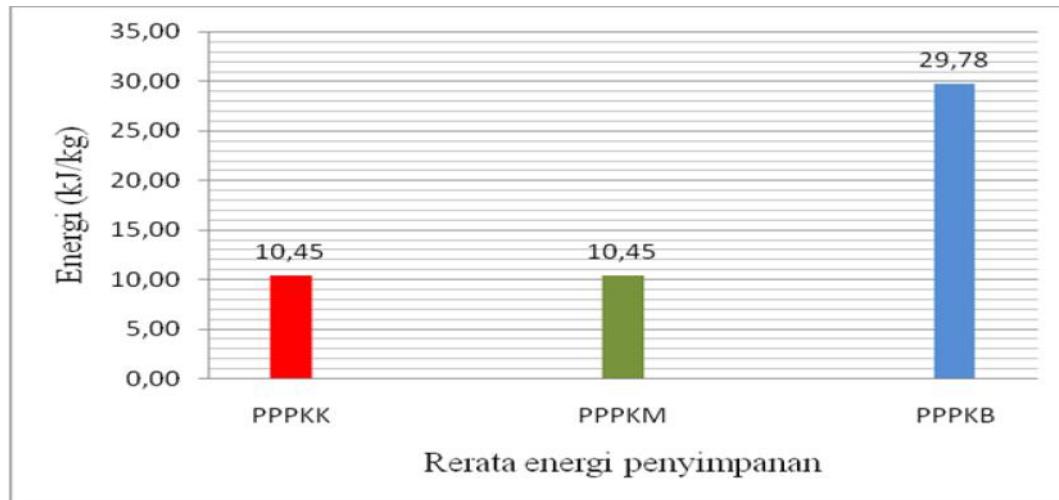
***Pabrik Penggilingan Padi Kapasitas Besar (PPPKB)***

Rerata energi penyimpanan PPPKB 29,78 kJ/kg dengan kapasitas beban 4.585,78 kg/hari yang terdiri dari: rerata energi manusia sebagai bersifat pelengkap (*handling*) 10,45 kJ/kg dengan kapasitas beban 4.585,78 kg/hari, rerata energi mesin penyimpanan 19,33 kJ/kg dengan kapasitas beban 1.959,09 kg/hari, rerata bahan bakar solar 1,47 liter/jam dapat dilihat pada Tabel 19.

Tabel 19. Rerata energi penyimpanan PPPKB

No.	Jenis sub energi	Rerata beban (kg/hari)	Rerata energi (kJ/kg)	Rerata bahan bakar (liter/jam)
1.	Energi manusia ( <i>handling</i> )	4.585,78	10,45	
2.	Energi mesin penyimpan	1.959,09	19,33	<b>1,47</b>
<b>Rerata</b>		<b>6.544,87</b>	<b>29,78</b>	

Kesimpulan dari perbandingan: rerata energi penyimpanan PPPKB 10,45 kJ/kg sama dengan rerata energi penyimpanan PPPKM, rerata energi penyimpanan PPPKB dan PPPKM lebih kecil dari rerata energi penyimpanan PPPKB 29,78 kJ/kg dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5 : Perbandingan rerata energi penyimpanan PPPKK, PPPKM dan PPPKB

Keterangan:

PPPKK : Pabrik Penggilingan Padi Kapasitas Kecil

PPPKM : Pabrik Penggilingan Padi Kapasitas Menengah

PPPKB : Pabrik Penggilingan Padi Kapasitas Besar

Perbandingan energi operasional pada PPP dapat dilihat pada Tabel 20, dimana:

- Rerata energi pengangkutan PPPKK (35,97 kJ/kg) lebih kecil dari PPKM (48,65 kJ/kg), dan lebih kecil dari PPPKB (48,83 kJ/kg).
- Rerata energi pengeringan PPPKK (20,90 kJ/kg) sama dengan PPPKM (20,90 kJ/kg), dan lebih kecil dari PPPKB (38,25 kJ/kg).
- Rerata energi penggilingan PPPKK (146,82 kJ/kg) lebih kecil dari PPPKM (158,65 kJ/kg), dan lebih kecil PPPKB (159,72 kJ/kg).
- Rerata energi pengemasan PPPKK (10,55 kJ/kg) lebih kecil dari PPPKM (10,59 kJ/kg), dan lebih kecil dari PPPKB (10,59 kJ/kg).
- Rerata energi penyimpanan PPPKK (10,45 kJ/kg) sama dengan PPPKM (10,45 kJ/kg), dan lebih kecil dari PPPKB (29,78 kJ/kg).

Tabel 20. Rekapitulasi rerata dan total energi operasional PPPKK, PPPKM dan PPPKB

No.	Jenis Pabrik	Energi P1 (kJ/kg)	Energi P2 (kJ/kg)	Energi P3 (kJ/kg)	Energi P4 (kJ/kg)	Energi P5 (kJ/kg)	Rerata total energi (kJ/kg)
1.	PPPKK	35,97	20,90	146,82	10,55	10,45	224,69
2.	PPPKM	48,65	20,90	158,65	10,59	10,45	249,24
3.	PPPKB	48,83	38,25	159,72	10,59	29,78	287,17

Keterangan:

PPP : Pabrik Penggilingan Padi

P1 : Pengangkutan

P2 : Pengeringan

P3 : Penggilingan

P4 : Pengemasan

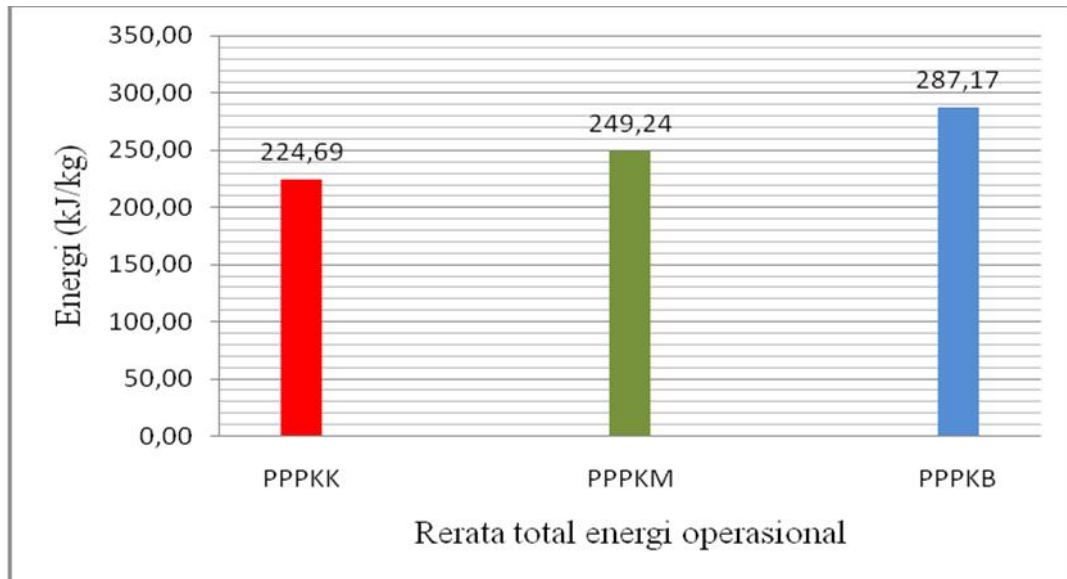
P5 : Penyimpanan

PPPKK : Pabrik Penggilingan Padi Kapasitas Kecil

PPPKM : Pabrik Penggilingan Padi Kapasitas Menengah

PPPKB : Pabrik Penggilingan Padi Kapasitas Besar

Kesimpulan perbandingan energi operasional pada PPP dapat dilihat pada Gambar 6, dimana rerata energi operasional PPPKK (224,69 kJ/kg) lebih kecil dari PPPKM (249,24 kJ/kg), dan lebih kecil dari PPPKB (287,17 kJ/kg).



Gambar 6 : Rerata total energi operasional PPPKK, PPPKM dan PPPKB

Keterangan:

- PPPKK : Pabrik Penggilingan Padi Kapasitas Kecil
- PPPKM : Pabrik Penggilingan Padi Kapasitas Menengah
- PPPKB : Pabrik Penggilingan Padi Kapasitas Besar

## B. Efisiensi Energi Pabrik Penggilingan Padi (PPP)

Efisiensi energi yang dimaksud dalam penelitian ini adalah semakin kecil energi yang dikeluarkan/digunakan, berarti akan semakin efisien dalam pengoperasionalan Pabrik Penggilingan Padi (PPP) tersebut.



## **1. Spesifikasi Energi Penggilingan**

### ***Rerata Kapasitas Beban***

Rerata kapasitas beban PPPKK (4.539,33 kg/hari), PPPKM (3.513,09 kg/hari), dan PPPKB (5.811,34 kg/hari) dapat dilihat pada Tabel 21.

### ***Rerata Kebutuhan Bahan Bakar***

Rerata kebutuhan bahan bakar PPPKK (13,97 liter/jam), PPPKM (9,30 liter/jam), PPPKB (18,02 liter/jam) dapat dilihat pada Tabel 21.

### ***Rerata Waktu Penggilingan***

Rerata waktu penggilingan PPPKK (5,91 jam/hari), PPPKM (4,04 jam/hari), PPPKB (7,07 jam/hari) dapat dilihat pada Tabel 21.

### ***Rerata Penggilingan Padi***

Rerata penggilingan padi PPPKK (324,95 kg/liter), PPPKM (377,57 kg/liter) PPPKB (322,53 kg/liter) dapat dilihat pada Tabel 21.

Tabel 21. Spesifikasi energi penggilingan PPPKK, PPPKM dan PPPKB

No.	Spesifikasi energi penggilingan	Rerata PPPKK	Rerata PPPKM	Rerata PPPKB	Satuan
1.	Rerata kapasitas beban	4.539,33	3.513,09	5.811,34	kg/hari
2.	Rerata kebutuhan bahan bakar	13,97	9,30	18,02	liter/jam
3.	Rerata waktu penggilingan	5,91	4,04	7,77	jam/hari
4.	Rerata penggilingan padi	324,95	377,57	322,53	kg/liter

## 2. Spesifikasi Mesin Penggiling Pabrik Penggilingan Padi

### *Rerata Kapasitas Beban Maksimum*

Mesin penggilingan padi memiliki rerata kapasitas maksimum PPPKK (0,60 ton/jam), PPPKM (1,00 ton/jam), dan PPPKB (2,00 ton/jam) dapat dilihat pada Tabel 22.

### *Rerata Kapasitas Beban Operasional*

Rerata kapasitas beban operasional PPPKK (0,77 ton/jam), PPPKM (0,87 ton/jam), PPPKB (0,75 ton/jam) dapat dilihat pada Tabel 22.

### *Rerata Persentase Beban Operasional*

Rerata persentase beban operasional PPPKK (127,99 %), PPPKM (86,96 %), PPPKB (37,40 %) dapat dilihat pada Tabel 22.

Rerata kapasitas beban PPPKK (5.392,61 kg/hari) lebih kecil dari PPPKM (9.554,20 kg/hari), dan lebih PPPKB (10.941,30 kg/hari) dapat dilihat pada Tabel 22.

Tabel 22. Spesifikasi mesin penggiling PPPKK, PPPKM dan PPPKB

No.	Spesifikasi mesin penggiling	PPPKK Rerata	PPPKM Rerata	PPPKB Rerata	Satuan
1.	Rerata kapasitas beban maksimum	0,60	1,00	2,00	ton/jam
2.	Rerata kapasitas beban operasional	0,77	0,87	0,75	ton/jam
3.	Rerata persentase beban operasional	127,99	86,96	37,40	%
4.	Rerata kapasitas beban	5.392,61	9.554,20	10.941,30	kg/hari

Rerata total energi operasional PPPKK (224,69 kJ/kg) lebih kecil dari PPPKM (233,89 kJ/kg), dan lebih kecil dari PPPKB (258,77 kJ/kg) dapat dilihat pada Tabel 22.

Kesimpulan rerata total energi operasional: rerata total energi operasional PPPKK pada urutan pertama (1) lebih kecil dari PPPKM pada urutan kedua (2), dan lebih kecil dari PPPKB pada urutan ketiga (3) dapat dilihat pada Tabel 22.

Efisiensi energi pada PPPKK dikarenakan:

- a. Rerata energi pengangkutan PPPKK (35,97 kJ/kg) yang terdiri dari energi manusia (24,39 kJ/kg) dan energi motor (72,15 kJ/kg) dapat dilihat pada

Tabel 5. Energi manusia digunakan dalam jumlah yang banyak dengan jasa energi manusia yang dapat dikonversi ke rupiah masih murah, terutama pada negara yang sedang berkembang misalnya Indonesia, India, Vietnam, dan lainnya. Disimpulkan bahwa rerata energi pengangkutan PPPKK lebih efisien karena banyak menggunakan energi manusia. Dimana di Indonesia dan negara berkembang, konversi energi manusia masih dinilai rendah dan murah. Untuk di negara maju dan modern, energi manusia dikonversi dengan nilai yang tinggi dan mahal. Sehingga penggunaan energi pengangkutan lebih diutamakan menggunakan sarana transportasi berupa mobil.

- b. Rerata energi pengeringan dapat dilihat pada Tabel 8 dengan menggunakan energi manusia (pemindahan) (10,45 kJ/kg) dan pembalikan (di lantai penjemuran) (10,45 kJ/kg) dianggap lebih efisien dibandingkan penggunaan energi alat pengering (*batch dryer*). Hal ini disebabkan konversi energi manusia masih dinilai rendah dan murah, dimana penggunaan energi matahari masih bersifat bebas dan tidak dikenakan biaya.
- c. Rerata energi penggilingan PPPKK (146,82 kJ/kg) yang terdiri dari: rerata energi manusia (*handling*) (10,45 kJ/kg), rerata energi mesin penggiling (136,37 kJ/kg) dapat dilihat pada Tabel 11. Hal ini disebabkan energi manusia lebih banyak digunakan, karena sebagian besar mesin penggilingan padi masih memerlukan energi manusia di dalam pemindahan padi yang akan digiling melalui mesin penggiling. Misalnya pemindahan padi dari proses pecah kulit dengan dua kali pengulangan, dan dengan mesin penyosoh dengan dua kali ulangan.

- d. Rerata energi pengemasan PPPKK (10,55 kJ/kg) yang terdiri dari: rerata energi manusia sebagai *handling* (pelengkap) (10,45 kJ/kg), rerata energi mesin pengemas (0,10 kJ/kg) dapat dilihat pada Tabel 14. Hal ini disebabkan energi manusia lebih banyak digunakan pada proses memasukkan beras ke karung dan pengemasan karung beras.
- e. Rerata energi penyimpanan PPPKK (10,45 kJ/kg) yang terdiri dari: energi manusia (*handling*) (10,45 kJ/kg), dan tidak ditemukan energi mesin penyimpanan dapat dilihat pada Tabel 17. Hal ini disebabkan energi manusia lebih banyak digunakan pada proses penyimpanan beras yang telah dikemas ke tempat penyimpanan.

Hipotesis ditolak, bahwa berdasarkan perhitungan PPPKK lebih efisien bahkan persentase beban operasionalnya mencapai 127,99 %. PPPKK menggunakan energi terkecil dibandingkan dengan PPPKM dengan beban operasionalnya 86,96 % dan PPPKB dengan beban operasionalnya hanya 37,40 %. PPPKM dan PPPKB belum menggunakan energi secara optimal atau belum *full capacity*.