

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

#### 2.1. Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka yang dijadikan sebagai pedoman dalam penelitian ini adalah penelitian terdahulu yang berkaitan dengan sistem pengapian pada motor bakar yang membahas tentang penggunaan koil dan CDI.

Marlindo (2011) melakukan penelitian tentang penggunaan CDI *racing programmable* dan koil *racing* pada mesin sepeda motor standar. Penggunaan CDI *racing* maupun koil *racing* pada mesin motor standar menghasilkan torsi dan daya maksimal lebih rendah dibanding dengan CDI dan koil standar yaitu sebesar 9,22 HP dan 9,77 N.m. Namun untuk efisiensi rata-rata tertinggi dihasilkan oleh koil *racing* sebesar 64 %.

Prasetya (2013) melakukan penelitian tentang perbandingan unjuk kerja antara motor yang menggunakan CDI *limiter* dengan CDI *unlimiter* pada motor Honda Megapro 160 cc. Menyatakan bahwa nilai rata-rata untuk daya dan torsi tertinggi didapatkan pada penggunaan CDI *unlimiter*. Sedangkan untuk nilai rata-rata konsumsi bahan bakar CDI *unlimiter* memiliki nilai yang lebih rendah dibanding dengan CDI *limiter*, dengan arti lebih irit menggunakan CDI *unlimiter*.

Heriyanto (2014) melakukan penelitian pengaruh penggunaan busi dan koil *racing* dengan variasi bahan bakar terhadap unjuk kerja mesin 4 langkah. Menyatakan bahwa torsi rata-rata tertinggi didapat pada variasi busi *racing* dan koil *racing* dengan bahan bakar pertamax plus sebesar 5,23 N.m. Daya rata-rata tertinggi didapat pada variasi busi *racing* dan koil *racing* dengan bahan bakar pertamax plus sebesar 5,30 HP. *Fuel Consumption* (FC) rata-rata terendah diperoleh pada variasi busi *racing* dan koil *racing* dengan bahan bakar pertamax plus sebesar 0,860 kg/jam.

Ramadhani (2016) melakukan penelitian tentang pengaruh penggunaan CDI *racing* dan koil *racing* dengan bahan bakar pertalite pada motor 4 langkah 160 cc. Menyatakan bahwa torsi terbesar didapat pada variasi CDI *racing* dengan koil *racing* sebesar 13,29 N.m. Daya terbesar didapat pada variasi CDI *racing* dengan koil standar sebesar 13,3 HP. Sedangkan untuk konsumsi bahan bakar terendah didapat pada variasi CDI dan koil standar dengan jarak 56,8 km/liter.

Ruswanto (2016) melakukan penelitian tentang pengaruh penggunaan CDI *racing* dan koil *racing* dengan bahan bakar premium pada motor 4 langkah 160 cc. Menyatakan bahwa daya terbesar didapat pada variasi CDI *racing* dengan koil standar sebesar 13,5 HP. Torsi terbesar didapat pada variasi CDI *racing* dengan koil *racing* sebesar 13,43 N.m. sedangkan untuk konsumsi bahan bakar terendah didapat pada variasi CDI dan koil standar dengan jarak 45,73 km/liter.

Dari beberapa kajian pustaka dapat disimpulkan bahwa penggunaan CDI dan Koil *Racing* sangat berpengaruh terhadap unjuk kerja mesin yang meliputi torsi dan daya. Sedangkan pada konsumsi bahan bakar penggantian *part racing* dapat menghemat bahan bakar dibandingkan dengan part standar bawaan pabrik. Hal tersebut disebabkan pada variasi yang menggunakan *part racing* dapat menghasilkan pembakaran yang sempurna yang menyebabkan meningkatnya torsi dan daya serta efisiensi bahan bakar.

## **2.2. Landasan Teori**

### **2.2.1. Pengertian Motor Bakar**

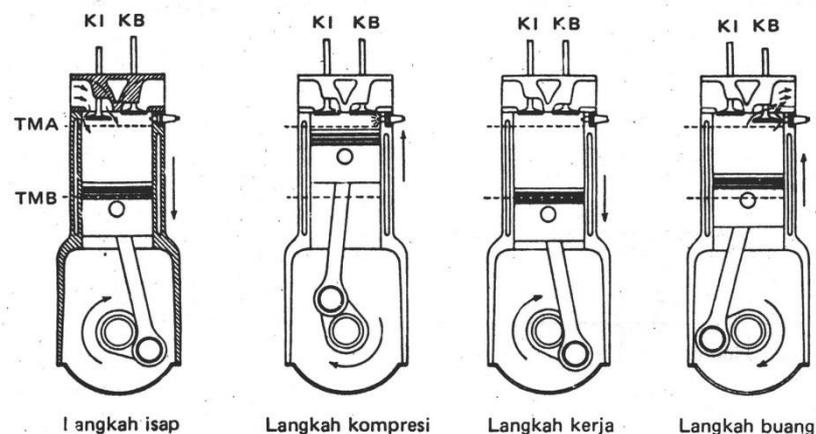
Motor bakar adalah salah satu jenis mesin kalor, yaitu mesin yang mengubah energi termal untuk melakukan kerja mekanik atau mengubah tenaga kimia bahan bakar menjadi tenaga mekanis. Energi kimia bahan bakar dirubah menjadi energi termal atau panas melalui proses pembakaran campuran antara bahan bakar dengan udara yang kemudian dipercikan oleh bunga api dari busi, proses pembakaran ini yang selanjutnya menjadi tenaga mekanis.

Motor pembakaran dibagi menjadi 2 jenis utama, yaitu motor bensin (Otto) dan motor diesel. Perbedaan kedua motor tersebut terletak pada sistem penyalanya dimana motor bensin menggunakan busi sebagai sistem penyalanya dan bahan bakar yang digunakan (Premium, Pertalite, Pertamina, Pertamina Plus) sedangkan motor diesel memanfaatkan suhu kompresi yang tinggi untuk membakar bahan bakar dan bahan bakar yang digunakan adalah solar.

## 2.2.2. Prinsip Kerja Motor Bakar

### 2.2.2.1. Motor Bakar 4 Langkah

Motor bakar 4 langkah adalah sebuah mesin untuk menghasilkan sebuah tenaga yang memerlukan empat proses langkah naik-turun piston, dua kali rotasi poros engkol, dan satu putaran *camshaft*. Dapat diartikan sebagai motor yang setiap satu kali pembakaran memerlukan empat langkah dan dua kali putaran poros engkol. Dapat dilihat pada Gambar 2.1. dibawah ini :



Gambar 2.1. Skema Gerakan Torak 4 Langkah (Arismunandar, 2002)

#### 1. Langkah Masuk (Hisap)

Dalam langkah ini katup masuk membuka. Poros engkol memutar 180 derajat mengakibatkan piston bergerak dari Titik Mati Atas (TMA) ke Titik Mati

Bawah (TMB). Gerakan tersebut mengakibatkan tekanan rendah atau terjadi kevakuman didalam silinder yang menyebabkan campuran udara dan bahan bakar masuk menuju silinder.

## 2. Langkah Kompresi

Pada langkah ini katup masuk dan katup buang tertutup. Poros engkol berputar 180 derajat lagi mengakibatkan piston bergerak dari TMB ke TMA. Gerakan tersebut mengakibatkan campuran udara dan bahan bakar terkompresikan dan terjadi kenaikan suhu didalam silinder.

## 3. Langkah Kerja/Ekspansi

Pada langkah ini katup masuk dan katup buang masih tertutup. Beberapa derajat sebelum TMA pada langkah kompresi, busi memercikan bunga api. Bunga api tersebut membakar campuran udara dan bahan bakar yang mengakibatkan ledakan didalam silinder dan piston terdorong dari TMA ke TMB.

## 4. Langkah Buang

Pada langkah ini beberapa derajat sebelum piston mencapai TMB, katup buang mulai membuka. Piston bergerak dari TMB ke TMA mendorong sisa hasil pembakaran. Ketika piston hampir mencapai TMA, katup hisap mulai membuka dan bersiap untuk memulai siklus berikutnya.

### 2.2.3. Sistem Pengapian

Fungsi pengapian adalah mulainya pembakaran atau menyalakan campuran bahan bakar dan udara pada saat dibutuhkan, sesuai dengan beban dan putaran motor. Sistem pengapian dibedakan menjadi dua yaitu sistem pengapian konvensional dan sistem pengapian elektronik (Daryanto. 2004).

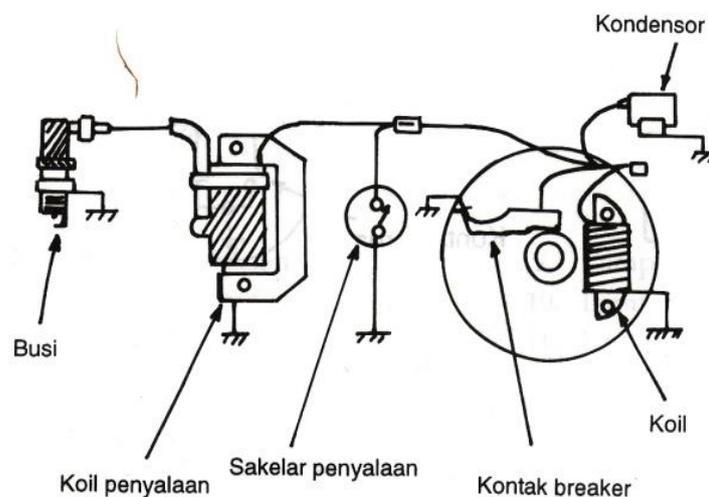
### 2.2.3.1. Sistem Pengapian Magnet

Sistem pengapian magnet adalah loncatan bunga api pada busi mengandung arus dari kumparan magnet (AC).

Ciri-ciri umum pengapian magnet:

1. Menghidupkan mesin menggunakan arus listrik dari generator AC.
2. Platina terletak di dalam rotor.
3. Menggunakan koil AC.
4. Menggunakan kiprok tunggal.
5. Sinar lampu kepala tergantung putaran mesin, semakin cepat putaran mesin akan menyebabkan semakin terang sinar lampu kepala.

Sistem mempunyai dua kumparan yaitu kumparan primer dan skunder, salah satu ujung kumparan primer dihubungkan ke masa sedangkan untuk ujung kumparan yang lain ke kondensor. Dari kondensor mempunyai tiga cabang salah satu ujungnya dihubungkan ke masa. Jika platina menutup, arus listrik dari kumparan primer mengalir ke masa melewati platina, dan busi tidak meloncatkan bunga api. Jika platina membuka, arus listrik tidak dapat mengalir ke masa sehingga akan mengalir ke kumparan primer koil dan mengakibatkan timbulnya api pada busi. Sistem pengapian dengan magnet seperti terlihat pada Gambar 2.2. di bawah ini:



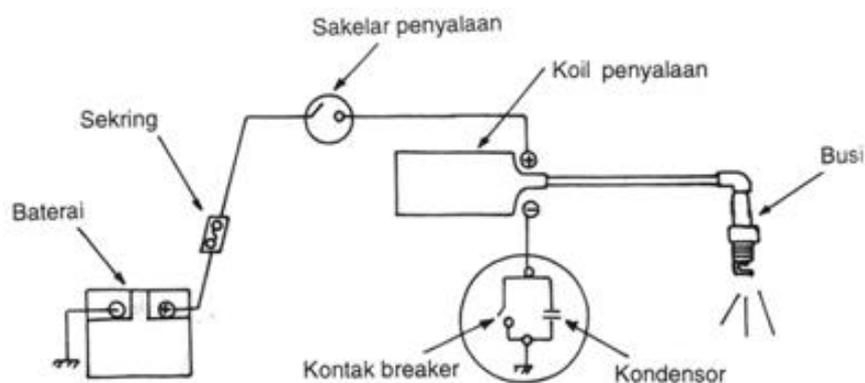
Gambar 2.2. Rangkaian Sistem Pengapian Magnet (Daryanto, 2004)

### 2.2.3.2. Sistem Pengapian Baterai

Yang dimaksud sistem pengapian baterai adalah loncatan bunga api pada elektroda busi menggunakan arus listrik dari baterai. Sistem pengapian baterai mempunyai ciri-ciri :

1. Platina terletak diluar rotor/magnet.
2. Menggunakan koil DC.
3. Menggunakan kiprok plat ganda.
4. Sinar lampu kepala tidak dipengaruhi oleh putaran mesin.

Kutub negatif baterai dihubungkan ke masa sedangkan kutub positif baterai dihubungkan ke kunci kontak dari kunci kontak kemudian ke koil, antara baterai dan kunci kontak diberi sekering. Arus listrik mengalir dari kutub positif baterai ke kumparan *primer* koil, dari kumparan *primer* koil kemudian ke kondensator dan platina. Jika platina dalam keadaan tertutup maka arus listrik ke masa. Jika platina dalam keadaan membuka arus listrik akan berhenti dan di dalam kumparan *sekunder* akan diinduksikan arus listrik tegangan tinggi yang diteruskan ke busi sehingga pada busi timbul loncatan api. Sistem pengapian dengan baterai seperti terlihat pada Gambar 2.3. di bawah ini :



Gambar 2.3. Rangkaian Sistem Pengapian Baterai (Daryanto, 2004)

## 2.2.4. Komponen Sistem Penyalaan

### 2.2.4.1. CDI (*Capasitor Discharge Ignition*)

CDI merupakan sistem pengapian pada mesin pembakaran dalam dengan memanfaatkan energi yang disimpan didalam kapasitor yang digunakan untuk menghasilkan tegangan tinggi ke koil pengapian sehingga dengan *output* tegangan tinggi koil akan menghasilkan *spark* (percikan bunga api) di busi. Besarnya energi yang tersimpan didalam kapasitor inilah yang sangat menentukan seberapa kuat *spark* dari busi untuk memantik campuran gas di dalam ruang bakar. Semakin besar energi yang tersimpan di dalam kapasitor maka semakin kuat *spark* yang dihasilkan di busi untuk membakar campuran bahan bakar dan udara. Energi yang besar juga memudahkan *spark* menembus kompresi yang tinggi ataupun campuran gas bakar yang banyak akibat dari pembukaan *throttle* yang lebih besar.

Penjelasan diatas dapat disimpulkan bahwa CDI yang digunakan sangat berpengaruh pada performa kendaraan dan banyak digunakan pada kendaraan bermotor saat ini. Sistem pengapian CDI lebih baik dibandingkan sistem pengapian konvensional (Platina).

Berikut ini beberapa kelebihan pada sistem pengapian CDI dibandingkan dengan sistem pengapian konvensional antara lain :

1. Tidak diperlukan penyetelan ulang pada sistem pengapian CDI, karena sistem pengapian CDI akan secara otomatis mengatur keluar dan masuknya tegangan listrik.
2. Lebih stabil, karena pengapian CDI tidak diatur oleh poros *chamshaft* seperti pada sistem pengapian konvensional (platina).
3. Mesin mudah distart, karena tidak tergantung pada kondisi platina.
4. Pada unit CDI dikemas di dalam kotak plastik yang dicetak sehingga tahan terhadap air dan guncangan.

#### 2.2.4.2. CDI BRT *Powermax*

CDI BRT *Powermax* adalah CDI Digital yang dikendalikan menggunakan microchip canggih buatan NXP *Founded by Philip Semiconductor* – Belanda. Kelebihan *Powermax* adalah pengendalian kurva pengapian sangat stabil dan presisi sehingga tenaga yang dihasilkan menjadi lebih besar dan efisiensi energi yang optimum, teknologi *Powermax* diciptakan untuk mengatasi beberapa kekurangan mesin dan diaplikasikan agar mesin menjadi lebih bertenaga, hemat bahan bakar dan mudah penggunaannya. Ada dua jenis CDI *Powermax* diantaranya adalah CDI *Powermax Hyperband* dan *Dualband*.

##### 1. CDI BRT *Powermax Hyperband*

CDI BRT *Powermax Hyperband* memiliki fitur :

- a. *Unlimiter*
- b. *Automatic Low Voltage Protection (ALVP)*
- c. *Multi Step Ignition Curve*
- d. *Plug and Play*

Artinya CDI ini jika dibandingkan dengan CDI Standar bawaan pabrik hanya berbeda pada limiter nya, CDI BRT tanpa limit tidak seperti CDI Standar.

##### 2. CDI BRT *Powermax Dualband*

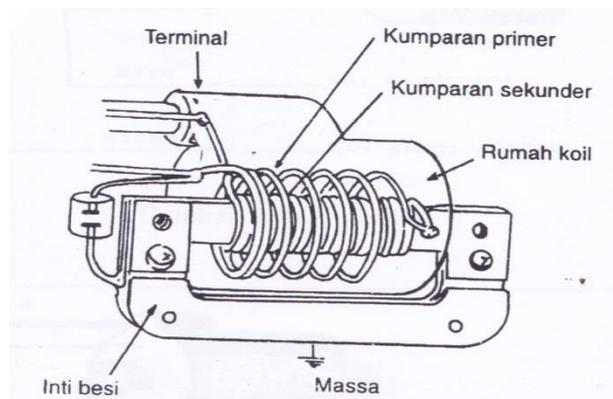
CDI BRT *Powermax Dualband* memiliki fitur :

- a. 2 Kurva Pengapian
- b. *Automatic Low Voltage Protection (ALVP)*
- c. *Multi Step Ignition Curve*
- d. *Plug and Play*
- e. *Unlimiter*
- f. Terdiri dari 3 Jenis Pemakaian
  1. Standar – *Tune Up (ST)*
  2. *Tune Up – Racing (TR)*
  3. *Racing – Kompetisi (RK)*

Artinya CDI ini digunakan untuk motor yang sudah mengalami perubahan dibagian mesin dan memiliki 2 kurva pengapian tidak seperti CDI BRT *Powermax Hyperband* dan CDI Standar.

#### 2.2.4.3. Koil

Koil merupakan sebuah kumparan elektromagnetik (*transformator*) yang terdiri dari sebuah kabel tembaga terisolasi yang solid (kawat tembaga) dan inti besi yang terdiri dari atas kumparan primer dan kumparan sekunder. Koil pengapian berfungsi membentuk arus tegangan tinggi untuk disalurkan ke busi. Koil merupakan *transformator step up* yang berfungsi menaikkan tegangan 12 volt dari kumparan primer menjadi tegangan tinggi 15.000 volt pada kumparan sekunder. Koil dapat dilihat pada Gambar 2.4. dibawah ini :

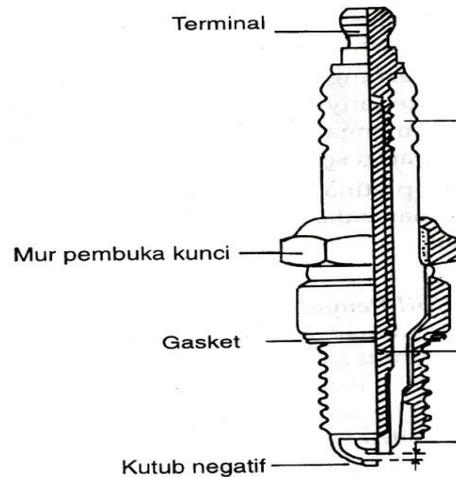


Gambar 2.4. Koil (Daryanto, 2004)

#### 2.2.4.4. Busi

Busi merupakan komponen utama untuk menyalakan campuran bahan bakar dan udara dengan percikan bunga api diantara kedua elektrodanya. Ada beberapa macam bahan elektroda busi yang masing-masing memberikan sifat berbeda. Bahan dari perak mempunyai kemampuan menghantarkan panas yang

baik. Namun karena harga perak mahal maka diameter elektroda tengah dibuat kecil. Busi beserta komponennya dapat dilihat pada Gambar 2.5. dibawah ini :



Gambar 2.5. Busi (Daryanto, 2004)

Sistem pengapian CDI merupakan penyempurnaan dari sistem pengapian magnet konvensional (sistem pengapian dengan kontak platina) yang mempunyai kelemahan – kelemahan sehingga akan mengurangi efisiensi kerja mesin. Sebelumnya sistem pengapian pada sepeda motor menggunakan sistem pengapian konvensional.

Dalam hal ini sumber arus yang dipakai ada dua macam, yaitu dari baterai dan pada generator. Perbedaan yang mendasar dari sistem pengapian baterai menggunakan baterai (aki) sebagai sumber tegangan, sedangkan untuk sistem pengapian magnet menggunakan arus listrik AC (*alternative current*) yang berasal dari *alternator*.

Sistem pengapian CDI pada sepeda motor sangat penting, di mana sistem tersebut berfungsi sebagai pembangkit atau penghasil tegangan tinggi untuk kemudian disalurkan ke busi. Bila sistem pengapian mengalami gangguan atau kerusakan, maka tenaga yang dihasilkan oleh mesin tidak akan maksimal.

Percikan bunga api pada busi juga menghasilkan warna bunga api yang berbeda-beda. Semakin biru bunga apinya maka semakin besar pula suhu yang

dikeluarkan dari busi tersebut. Tingkatan suhu percikan bunga api terlihat pada Gambar 2.6. dibawah ini



Gambar 2.6. Tingkatan Warna Suhu (Ruswanto, 2016)

## 2.2.5. Bahan Bakar

### 2.2.5.1. Bahan Bakar Jenis Pertamina Plus

Pertamax Plus merupakan bahan bakar yang diproduksi oleh Pertamina. Pertamina Plus merupakan hasil penyempurnaan dari bahan bakar sebelumnya dengan penambahan zat adiktif saat proses pengolahannya. Pertamina Plus memiliki angka oktan sebesar 95, sangat cocok untuk kendaraan yang memiliki rasio kompresi tinggi serta menggunakan teknologi *Elektronic Fuel Injection* (EFI) dan sejenisnya. Pertamina Plus juga memiliki kelebihan yang telah dilengkapi dengan *Ecosave Technology* yang berfungsi sebagai :

#### a. *Detergensi*

Menjaga *intake valve* dan ruang bakar tetap bersih agar performa mesin selalu berada dalam kondisi terbaik.

b. *Corrosion Inhibitor*

Menjaga tangki, saluran bahan bakar dari karat

c. *Demulsifier*

Untuk mencegah pembentukan emulsi bahan bakar dan air yang dapat menyumbat filter bahan bakar.

Tabel 2.1. Spesifikasi Pertamina Plus

No	Sifat	MIN	MAX
1	Angka oktan riset RON	95	-
2	Kandungan Timbal pb (gr/lt)	-	0,13
3	Distilasi		
	10% Vol penguapan (°C)	-	70
	50% Vol penguapan (°C)	77	110
	90% Vol penguapan (°C)	130	180
4	Warna	Merah	

(Sumber : Keputusan Dirjen Migas No. 313.K/10/DJM.T.2013)

## 2.2.6. Perhitungan Daya, Torsi, dan Konsumsi Bahan Bakar

### 2.2.6.1. Torsi

Torsi adalah indikator baik dari ketersediaan mesin untuk kerja. Torsi didefinisikan sebagai daya yang bekerja pada jarak momen dan apabila dihubungkan dengan kerja dapat ditunjukkan dengan persamaan (Heywood, 1988).

$$T = F \times L \dots\dots\dots(2.1)$$

Dengan :

T = Torsi (N.m)

F = Gaya yang terukur pada *Dynamometer* (N)

L = x = Panjang langkah pada *Dynamometer* (m)

### 2.2.6.2. Daya

Daya adalah besar usaha yang dihasilkan oleh mesin tiap satuan waktu, didefinisikan sebagai laju kerja mesin, ditunjukkan oleh persamaan (Heywood, 1988).

$$P = \frac{2 \pi n T}{6000} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dengan :

$P$  = Daya (kW)

$n$  = Putaran mesin (rpm)

$T$  = Torsi (N.m)

Dalam hal ini daya secara normal diukur dalam kW, tetapi HP masih digunakan juga, Dimana:

$$1 \text{ HP} = 0,7457 \text{ kW}$$

$$1 \text{ kW} = 1,341 \text{ HP}$$

### 2.2.6.3. Konsumsi Bahan Bakar

Konsumsi bahan bakar spesifik adalah pemakaian bahan bakar yang terpakai per jam untuk setiap daya yang dihasilkan pada motor bakar. Konsumsi bahan bakar spesifik didefenisikan dengan persamaan (Arismunandar, 2002)

$$\text{SFC} = \frac{mf}{P} \dots\dots\dots (2.3)$$

Dengan:

$mf$  = Laju aliran bahan bakar masuk mesin

$$mf = \frac{b}{t} \cdot \frac{3600}{1000} \cdot \rho_{bb} \text{ (kg/jam)}$$

$b$  = Volume *buret* (ml)

$t$  = Waktu (s)

$\rho_{bb}$  = Massa jenis bahan bakar (bensin: 0,74 kg/l)

$P$  = Daya (kW)