

**Pengenalan kepada peluang penjimatan tenaga  
bagi motor & pacuan**

*Introducing energy saving opportunities for  
motors and drives*

**Garis panduan kecekapan tenaga dalam sektor makanan & minuman**

*Energy efficiency guidance for the food & beverage sector*

## Motor dan pacuan

**Motor elektrik memacu majoriti besar proses-proses yang digunakan dalam industri makanan dan minuman. Walau bagaimanapun, ia sering kali terlepas pandang, lantaran banyak lokasi dan kilang mempunyai operasi motor yang tidak cekap. Meningkatkan kecekapan motor bagi sesebuah kilang boleh membawa penjimatan tenaga dan kos yang ketara.**

Berdasarkan Majlis Tenaga Dunia (World Energy Council), di seluruh dunia, motor elektrik dan sistem yang dipacu motor elektrik dianggarkan menggunakan hampir 50% penggunaan jumlah tenaga elektrik, dan sebanyak 70% penggunaan elektrik dalam sektor perindustrian.

Dalam satu tahun operasi, kos tenaga sebuah motor boleh mencecah sepuluh kali ganda kos pembeliannya. Dengan skala begitu besar bagi kos operasi motor elektrik, adalah penting bagi organisasi mengambil berat tentang kegunaan dan keadaan motor. Inisiatif penjimatan tenaga yang dilaksanakan ke atas beberapa buah motor boleh meraih penjimatan kos yang ketara.

## Motors and drives

**Electric motors drive the vast majority of processes used in the food and drink industry. However, they are often overlooked and as a result, many sites have relatively inefficient motor operations. Improving the efficiency of a plant's motors can deliver significant energy and cost savings.**

According to the World Energy Council, globally, electric motors and electric motor-driven systems are estimated to consume almost 50% of all electricity consumption and account for 70% of electricity consumption in Industry.

In a single year of operation a motor can cost up to ten times its purchase cost in energy. With this scale of running cost, it is easy to appreciate why paying careful attention to the use and condition of motors is important. The cost savings arising from implementing energy saving initiatives across multiple motors can be significant.

### Ringkasan teknologi:

Motor elektrik adalah peralatan yang mengubah tenaga elektrik kepada tenaga kinetik putaran untuk menguasai suatu proses seperti pam, kipas atau tali sawat. Istilah pacuan memberi pelbagai maksud dalam perindustrian, termasuk kata generik untuk motor, rangkaian pemacu (*drivetrain*, seperti kotak gear atau sistem kapi) dan bagi pengawal. Terkhusus bagi garis panduan ini, 'pacuan' membawa maksud pengawal motor.

Sebuah pacuan kelajuan boleh ubah (*variable speed drive* atau VSD) adalah sebuah peranti elektronik yang mengawal bekalan tenaga elektrik kepada motor, membolehkannya beroperasi pada kelajuan berbeza.

### Technology overview:

An electric motor is a device for converting electrical energy to rotary kinetic (movement) energy to power a process such as a pump, fan or conveyor. The term drive is used to mean many things in industry, including being used as a generic word for motors, for drivetrains (such as gearboxes or pulley systems), and for controllers.

More accurately, and for the purposes of this guide, 'drive' refers to a motor controller. A variable speed drive (VSD) is an electronic device that controls the electrical supply to a motor, enabling it to run at different speeds.



## Kerugian sistem (System losses)

Rajah di bawah menunjukkan bahawa hanya kira-kira 77% input tenaga elektrik digunakan oleh beban yang sedang digerakkan.

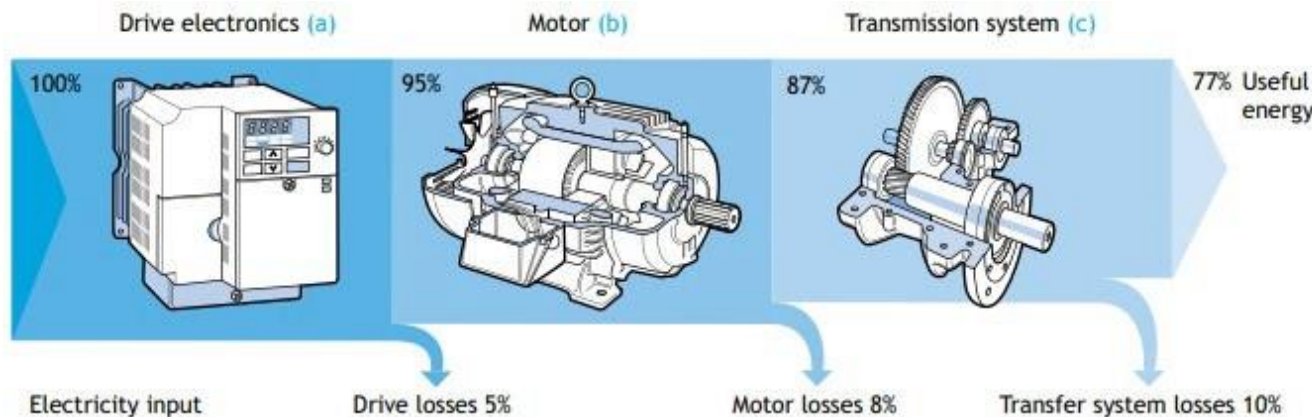
The diagram below shows that only about 77% of the electrical energy input is normally utilised by the load being moved.

Unit pacuan (a) memerlukan tenaga elektrik untuk menguasai alat elektronik; sebahagian daripadanya terbazir sebagai haba sisa dalam unit pacuan (biasanya 5%). Motor mempunyai pelbagai kerugian dalaman (b), dan jika disambungkan kepada sistem gear (c) (sebagai contoh, a kotak gear atau kapi),

The drive unit (a) requires electricity to power the electronics; some of this is wasted as heat in the drive unit (typically 5%). The motor itself has various internal losses (b), and if it is attached to a transmission system (c) of some sort (for example, a gearbox or

pulley), then this introduces further losses in the form of friction. So typically only 75-80% of the energy supplied to the motor system is transmitted to the end-use equipment. The majority of the above losses appear as heat.

ini akan memberi kerugian tambahan dalam bentuk geseran. Oleh demikian, kebiasaannya hanya 75-80% tenaga yang dibekalkan kepada sistem motor dihantar untuk kegunaan peralatan akhir. Majoriti kerugian dinyatakan di atas adalah dalam bentuk haba sisa.



## Kecekapan motor (Motor Efficiency)

Motor moden kebiasaannya beroperasi paling cekap dengan beban melebihi 75% dengan kemuncak beban sebanyak 90%. 'Beban' sebuah motor adalah jumlah kerja yang dilakukan berbanding dengan taraf output maksimumnya. Sebagai contoh, sebuah motor bertaraf 90kW yang memacu beban 81kW mempunyai beban 90%. Plat nilai pada motor akan menyatakan kuasa output di aci pacuan ditolak kehilangan kuasa oleh ketidakcekapan motor. Oleh demikian, dalam contoh di atas, sekiranya motor bertaraf 90kW itu mempunyai kadar kecekapan 95%, maka dengan beban 81kW, ia akan menggunakan 85.3kW dari bekalan elektrik utama.

Modern motors typically operate most efficiently at above 75% loading with a peak at about 90% load. The 'loading' of a motor is the amount of work it does compared with its maximum rated power output. For example, a motor rated at 90kW driving an 81kW load is said to be 90% loaded. Note that the rating plate on a motor states its output power at the shaft, so the actual input energy drawn will be the output power at the shaft plus the power lost due to the motor inefficiency. So, in the example above where the 90kW motor is, say, 95% efficient, then with an 81kW load it will actually draw about 85.3kW from the mains supply.

## Peluang penjimatan tenaga dalam motor dan pacuan

Sebagai sebuah mesin, motor elektrik secara relatifnya adalah cekap. Motor kecil boleh mempunyai kadar kecekapan dalam lingkungan 80% manakala motor yang amat besar boleh mencapai kadar kecekapan 95%. Walau bagaimanapun, perbezaan hanya beberapa peratus boleh memberi penjimatan ketara sepanjang jangka hayat motor.

## Energy saving opportunities in motors and drives

For a machine, the electric motor is relatively efficient. Small motors can have efficiencies in the 80% range whilst very large motors can be 95% efficient. However, a difference of just a few percentage points can provide significant savings over the life of the motor.

 **Matikan motor ketika tidak diperlukan**

Motor biasanya ‘tersorok’ dalam jentera, dan sering kali dihiraukan dan dibiarkan hidup walaupun tidak melakukan kerja yang berguna.

Bagi subsektor bakeri, terdapat sebilangan besar motor kecil (biasanya kurang dari 0.5kW) yang dipasang pada tali sawat untuk menghantar doh dan roti keluar masuk ketuhar. Isu utama dengan motor-motor ini adalah memastikan ia dimatikan ketika tali sawat tidak digunakan.

Adalah penting untuk mengenal pasti semua sistem yang menggunakan motor dan menggalakkan kakitangan memamatkannya ketika tidak diperlukan. Kakitangan boleh dimotivasi dengan kawalan label sistem lampu isyarat.

 **Hijau**

*untuk “selamat dimatikan ketika tidak digunakan”*

 **Kuning**

*untuk “ujuk kakitangan berkenaan”*

 **Merah**

*untuk “jangan dimatikan”*

 **Switch off motors when they are not required**

Motors are so common and often ‘hidden’ within machinery, they tend to be ignored and left running even when they are doing no useful work.

For the bakery sub-sector, there are a large number of small motors (often less than 0.5kW) installed on the conveyors used to transport dough and bread to and from the oven. The key issue with these motors is ensuring that they are switched off when the conveyors are empty.

It is important to identify all systems that use motors and encourage employees to turn them off when they are not needed. Motivate staff to do so by introducing a traffic light system of labelling controls.

 **Green**

*for “safe to shut off when not in use”*

 **Amber**

*for “check with operative”*

 **Red**

*for “do not switch off”*

Sebaliknya, pertimbangkan pemasangan sensor automatik yang boleh memberhentikan motor dan tali sawat ketika tiada produk sedang dihantar. Sebagai contoh, penjaga masa boleh digunakan untuk mematikan peralatan dikuasakan motor pada waktu yang ditetapkan. Sistem berpanca (*interlock*) boleh digunakan agar peralatan hanya dipasang jika peralatan lain turut beroperasi. Sekiranya peralatan lain dimatikan, peralatan yang berpanca akan turut dimatikan secara automatik. Terdapat juga peranti penderia beban yang boleh mematikan peralatan selepas satu tempoh bersesuaian, sekiranya ia mendapati tiada beban pada motor, untuk menjimatkan tenaga.

Alternatively, consider installing automatic sensors that can stop motors and conveyors when no product is being carried. For example, a timer could be used to switch off motor-powered equipment at specified times. Interlocks could also be used so that equipment is switched on only if another device is already running. If this other device is turned off, the interlocked device will also automatically shut down. There are also load-sensing devices available that can sense when there is no load on the motor, allowing it to switch off after a suitable time period, saving energy.

### **Simpan motor dan pacuan dalam tempat dingin**

Pacuan boleh diletakkan sama ada di dalam satu kurungan berjauhan dari motor, atau disambungkan terus kepada motor. Pertimbangkan lokasi pacuan dengan teliti. Memandangkan kerugian tenaga kebanyakannya adalah dalam bentuk haba sisa, adalah penting untuk menyimpan pacuan dan motor di lokasi yang kering, dengan pengalihan udara yang baik, dan pada suhu yang bersesuaian untuk penyejukan. Pacuan yang besar boleh menjana banyak haba yang perlu dikeluarkan untuk mengelakkan kegagalan unit.

### **Keep motors and drives in a cool place**

A drive can be located either inside an enclosure some distance away from the motor itself, or attached directly to it. Consider this location carefully. As much of the energy loss comes as heat, it is important to keep the drive and motor in a dry, well-ventilated area that is at a suitable temperature to allow for cooling. Larger drives can generate a lot of heat which must be removed or the unit could eventually fail.



## Bersihkan komponen

Adalah amat penting untuk membersihkan motor, terutamanya jika ia terletak dalam persekitaran yang kotor atau berhabuk. Sirip penyejuk pada badan motor menghilangkan haba. Jika ia diselaputi habuk, ia akan mengurangkan hubungan sirip dengan udara yang sejuk. Oleh demikian, motor yang kotor akan lebih panas dan motor panas akan menggunakan lebih banyak tenaga dan mempunyai risiko kegagalan yang lebih tinggi. Untuk mengatasi masalah ini, wujudkan suatu program pembersihan motor.

*Peningkatan suhu dalaman motor sebanyak 1 darjah Celsius boleh meningkatkan kerugian sebanyak 0.5% dan pada masa sama memendekkan jangka hayat penebat motor.*



## Clean components

It is very important to keep motors clean, especially when they are located in dirty environments. Cooling fins on the motor body dissipate heat. If these are covered in dirt, it will reduce the contact the fins have with cooling air. Therefore, a dirty motor will be hotter and hot motors use more energy and are at more risk of failure. To overcome this problem, put a motor-cleaning regime in place.

*An increase in internal motor temperature of 1 degree Celsius can produce an increase in losses of 0.5% as well as shortening the life of the motor insulation.*





## Periksa bahawa saiz motor adalah memadai

*Motor biasanya lebih besar dari spesifikasi keperluan.*

Motor kecil dengan beban yang tinggi adalah lebih cekap dan menggunakan kurang tenaga dari motor besar yang hanya mempunyai beban separa.

Satu kaedah mudah untuk mengenal pasti saiz betul untuk sebuah motor adalah dengan membandingkan butiran pada plat tarafnya dengan penarafan sebenar yang diperlukan oleh peralatan yang dipacunya. Sebaliknya, adalah baik untuk memantau penggunaan kuasa sebuah motor dengan menggunakan meter kuasa atau peranti pencatat.

Sering kali, motor yang digunakan terlebih saiz sebanyak 20% atau lebih (cth. satu aplikasi hanya memerlukan sebuah motor bertaraf 7.5kW, tetapi telah dipasang dengan motor 11kW). Pertimbangkan untuk menggantikannya dengan motor lebih kecil dan cekap sekiranya boleh. Jika beban motor adalah ringan (<40%) dan tidak boleh ditukar, kemungkinan motor boleh beroperasi secara berterusan dalam mod sambungan berlainan yang boleh memberi penjimatan tenaga sebanyak 5 hingga 10%.



## Check that motors are the correct size

*Motors are often larger than they need to be.*

A smaller motor running at a higher loading will be more efficient than a larger, partially loaded motor and will consume less energy.

An easy way to find out if a motor is correctly sized is to compare the details on the rating plate with the actual rating required by the equipment it is driving. Alternatively, it may be appropriate to monitor the power consumption of the motor using a suitable power meter or logging device.

In many cases, motors are oversized by 20% or more (e.g. an application might require a motor rated at only 7.5kW, but has been supplied with a motor that is 11kW). Consider replacing with smaller, higher efficiency motors where possible. If the motor is very lightly loaded (<40%) and cannot be changed, it may be possible to run the motor continually in a different connection mode that could result in energy savings of between 5 and 10%.

## **Gantikan motor yang gagal dengan motor berkecekan tinggi (HEM)**

HEM adalah antara 3 hingga 4% lebih cekap dari motor lain disebabkan reka bentuk dan bahan binaan yang diperbaiki. Penambahbaikan kecekapan tenaga sehingga 5% boleh dicapai jika motor gagal digantikan dengan model yang berkecekapan tinggi.

Dalam sektor tenusu, motor yang memacu kipas diletakkan dalam terowong pembeku. Maka, tenaga elektrik yang dibekalkan ke motor harus dikeluarkan oleh unit penyejuk beku. Dengan menggunakan motor berkecekapan tinggi untuk memacu kipas, proses akan meraih penjimatan secara langsung tenaga, iaitu pengurangan penggunaan tenaga elektrik oleh kipas, namun juga penjimatan secara tak langsung, iaitu melalui pengurangan beban penyejukan pada unit penyejuk beku.

Kebiasaannya, adalah lebih cekap kos untuk menggantikan motor kecil (<15kW) daripada menggantinya semula. Walaupun kos penggelungan semula adalah kurang daripada pembelian motor baharu, pengurangan dalam kecekapan tenaga bererti kos operasi lebih tinggi akan melebihi penjimatan asal.

*Motor biasanya antara 2% hingga 3% kurang cekap setelah digelung semula.*

## **Consider replacing failed motors with higher efficiency motors (HEMs)**

HEMs are between 3 and 4% more efficient than other motors due to their improved design and materials. Energy efficiency improvements of up to 5% are possible if failed motors are replaced with higher efficiency models.

Within the dairy sector, motors for driving the fans are set up in the freezing tunnel. The electrical energy supplied to the motors must, therefore, be dissipated by the freezer unit. By opting for high efficiency motors for driving the fans, not only is there a direct saving in electricity, e.g. lower consumption by the fans, but also an indirect saving, e.g. through the lower cooling load on the refrigeration unit.

It is usually more cost-effective to replace smaller motors (<15kW) than to rewind them. Although the cost of a rewind may be less than buying a new motor, the reduction in energy efficiency will mean that increased running costs will quickly exceed the initial saving.

*Motors tend to be 2% to 3% less efficient when rewound.*

Keputusan untuk membaiki atau mengganti motor biasanya adalah berdasarkan saiz motor — semakin besar motor, semakin tinggi kebarangkalian bahawa ia lebih menjimatkan untuk membaiki daripada mengganti, berdasarkan tempoh operasi.

Perbezaan kos antara pembaikan dan penggantian motor kecil (antara 5.5 kW hingga 11 kW) adalah sangat kecil, maka penggantian motor biasanya adalah pilihan terbaik, tanpa mengira tempoh operasi.

Sebaliknya, bagi motor besar, pembaikan adalah biasanya lebih menjimatkan, berdasarkan waktu operasi. Di antara kedua-duanya, wujud kawasan kabur yang biasanya memerlukan pertimbangan dan pengiraan sebelum pilihan betul dapat dibuat.

Namun begitu, beberapa peraturan am boleh diambil kira:

- Jika taraf motor adalah di bawah 5.5kW, motor harus diganti dan bukan dibaiki.
- Jika motor adalah HEM, ia sebaiknya dibaiki.
- Jika rosak teruk, motor seharusnya diganti.
- Jika motor perlu diganti, tetapi diperlukan segera, maka satu kes khas boleh dibuat sebagai alasan penggantian.

Generally, the decision on whether to repair or replace motors should be based on motor size — the larger the motor, the more likely for it to be economic to repair rather than replace, depending on the running hours.

Generally speaking, the cost difference between repairing and replacing a smaller motor (typically below 5.5 kW to 11 kW) is so small that replacement should be the automatic choice, irrespective of running hours.

Conversely, for larger motors, repair is usually more economic, depending on the running hours. In between there is a 'grey area' which usually requires some thought or calculation before the right choice can be made.

However, some general rules could be applied such as:

- If a motor is below 5.5kW, motor should be replaced automatically rather than repaired.
- If it is a higher efficiency motor (HEM) then it should be repaired.
- If very badly damaged the motor should be replaced.
- If a motor needs to be replaced, but is required urgently, then a special case could be made to justify the action.



### **Pertimbangkan pemasangan Pacuan Kelajuan Boleh Ubah (*Variable Speed Drives* atau VSD)**

VSD adalah peranti elektronik yang boleh mengubah kelajuan peralatan pacuan motor seperti kompresor, kipas atau pam. VSD mengubah bekalan tenaga elektrik daripada frekuensi tetap kepada frekuensi boleh ubah untuk mengawal motor. Dalam aplikasi di mana motor mempunyai beban boleh ubah yang berterusan, penyelesaian terbaik untuk mengurangkan kelajuan motor (dan juga mengurangkan penggunaan tenaga) adalah dengan pemasangan VSD.

*Pengurangan sebanyak 20% dalam kelajuan motor oleh VSD boleh memberi penjimatan tenaga sebanyak 50%.*

Dalam proses penyejukan dalam pembakaran, kadar aliran udara biasanya dikawal oleh peredam (*dampers*). Penggunaan elektrik boleh dikurangkan lagi dengan menggunakan VSD untuk mengawal operasi motor kipas sebagai sebahagian sistem pengalihan udara.

VSD biasanya lebih mahal dari pengawal motor mudah, namun mempunyai tempoh bayar balik kurang dari dua tahun.



### **Look at the possibility of installing Variable Speed Drives (VSDs)**

A VSD is an electronic device that can vary the speed of motor-driven equipment such as a compressor, fan or pump. The VSD converts the incoming electrical supply of fixed frequency into a variable frequency output to control the motor. In applications where the motor has a continuously variable demand, the best solution for reducing the speed of the motor (and hence reducing energy consumption) is to install a VSD.

*A 20% reduction in motor speed of a VSD will provide energy savings of 50%.*

With cooling processes in baking, the air flow rates are typically controlled by dampers. Here, electricity use could be further reduced by using variable speed drives (VSDs) to control the operation of the fan motor as part of the ventilation systems.

VSDs are usually more expensive than simple motor controls, although have typical payback periods of less than two years.

VSD amat berguna dalam aplikasi beban kilas (*torque*) boleh ubah seperti kipas, pam atau kompresor empar di mana output dikawal dengan pendikit (*throttling*) atau pelarasan peredam manual.

VSD juga amat berguna bagi aplikasi beban kilas tetap seperti kompresor skru atau timbal balik, tali sawat, pengisar atau pengadun yang mempunyai output yang berbeza berdasarkan aplikasi.

VSD biasanya digunakan dalam industri makanan dan minuman, sebagai contoh, untuk memacu penghiris ubi bit untuk menghasilkan gula untuk digunakan dalam coklat, kek dan pemprosesan minuman ringan. VSD juga digunakan untuk memacu kipas pengalihan udara untuk mengawal suhu ketuhar, sebagai contoh dalam pembuatan biskut. Ia amat berkesan dalam pelbagai proses, terutamanya yang menggunakan pam dan kipas.

VSDs may be particularly useful in variable torque load applications such as fans, pumps or centrifugal compressors where output is controlled by throttling or manual damper adjustment.

They can also be useful for constant torque load applications such as screw or reciprocating compressors, conveyors, grinders, mills or mixers that have an output which varies from job to job.

VSDs are commonly used within the food and drink industry, for example, to drive beet slicers to produce sugar for use in chocolate, cake and soft drink processing. VSDs are also often used to drive extractor fans to control the temperature in ovens, for example for biscuit production. They can be very effective in a variety of processes, particularly those that use pumps and fans.

## Pastikan sistem motor disenggara dengan baik

Penyenggaraan berjadual boleh mengurangkan penggunaan tenaga sebanyak 10%. Jadual penyenggaraan harus merangkumi jadual pelincir, pembersihan, penegangan tali sawat dan pemeriksaan jajaran. Turut bermanfaat adalah menggunakan teknik penyenggaraan ramalan, yang boleh menunjukkan terlebih dahulu sekiranya komponen harus diganti.

**Keadaan dan ketegangan tali sawat:** *ketegangan salah boleh membawa kepada kerugian sebanyak 5%, manakala tali sawat yang usang keseluruhannya boleh menambah 4% kerugian dan harus diganti.*

Sebagai sebahagian daripada dasar penyenggaraan motor berterusan, naik taraf kepada jenis motor yang lebih cekap.

Komponen	Kecekapan
Tali sawat leper	0.81 - 0.85
Tali sawat V	0.88 - 0.93
Talis awat bergerigi	0.90 - 0.96

## Ensure motor systems are well maintained

Carrying out regular maintenance can reduce energy consumption by as much as 10%. Maintenance programmes should consist of lubrication schedules, cleaning, belt tensioning and alignment checks. It is also worth considering using predictive maintenance techniques that can indicate in advance when parts will need replacing.

**Belt tension and condition:** *incorrect tensioning can lead to 5% in losses, whole worn belts can add 4% and should be replaced.*

As part of ongoing motor maintenance policy upgrade to more efficient types.

Element	Efficiency
Flat belts	0.81 - 0.85
V belts	0.88 - 0.93
Toothed belts	0.90 - 0.96

**Jajaran:** biasanya, a alat gandingan yang tidak dijajarkan dengan baik boleh menambahkan sebanyak 8% keperluan tenaga untuk memacu sesuatu proses.

Penyenggaraan harus sentiasa dilaksanakan menurut panduan pembuat. Penyenggaraan harus merangkumi:

- ☞ Pemeriksaan visual untuk kebocoran atau kerosakan kotak gear atau bearing
- ☞ Pembersihan berjadual — memastikan motor sentiasa bersih daripada habuk dan kotoran
- ☞ Pemeriksaan jajaran aci motor kepada beban (lihat kotak tip di bawah, kanan)
- ☞ Pemeriksaan ke atas ketegangan dan keadaan tali sawat pacuan
- ☞ Pemeriksaan motor, sekiranya panas
- ☞ Pemeriksaan bunyi. Adakah bunyi motor tersebut seperti biasa?
- ☞ Jadual pelinciran yang bersesuaian (termasuk menggriss, serta penambahan dan penggantian minyak pelincir).

**Alignment:** typically a poorly aligned coupling can add up to 8% to the energy required to drive the process.

Always carry out maintenance in accordance with manufacturer's instructions. Servicing should include:

- ☞ A visual check for any gearbox or bearing leaks and damage
- ☞ Regular cleaning — ensure motors are kept free of dirt and debris
- ☞ A check of the alignment of the motor shaft to the load (see the top tip box below, right)
- ☞ A check of the tension and condition of any drive belts
- ☞ A check of the motor. Test if it is hot
- ☞ An aural check. Listen to it — does it sound the same as normal?
- ☞ A suitable lubrication regime (including greasing, oil top-up and oil replacement).

## Kajian kes 1 (Case study 1):

Khao C.P. Co., Ltd (Kilang Suphanburi), Thailand<sup>1</sup>

Khao C.P. Co., Ltd (Kilang Suphanburi) adalah perniagaan beras di bawah jenama 'Royal Umbrella', dengan produk dieksport ke lebih 100 negara. Kilang ini telah menilai kecekapan sistem Tali Sawat dan Discaj (*Conveyor and Discharge system*) untuk proses kisan dan tapisan berasnya dan mendapati bahawa proses sedia ada mempunyai unsur-unsur penghantaran yang tidak diperlukan, menggunakan sumber dengan berlebihan dan membazir penggunaan tenaga.

Selepas menilai teknologi yang bersesuaian (termasuk forklift, tali sawat, rantai sawat dan tali sawat skru), mereka mendapati bahawa paip sawat (*pipe conveyor*) adalah kaedah terbaik bagi operasinya, dari segi meningkatkan kecekapan tenaga. Oleh demikian, mereka telah menambah motor lif bakul (*basket elevator motor*) dan sistem paip sawat untuk penghantaran beras kepada trak. Sawat bagi beras ini disambungkan kepada mesin lain

yang berupaya memendekkan waktu pembuatan dan membolehkan peningkatan kapasiti.

Penggunaan sistem Tali Sawat dan Discaj baharu ini telah menjimatkan penggunaan tenaga elektrik, minyak diesel, dan kos operasi dari USD1,105,779.49 setahun ke USD131,510.36 setahun, iaitu penjimatan sebanyak 88.11 peratus. Sebagai tambahan, projek ini mempunyai tempoh bayar balik selama hanya 11 hari.

Khao C.P. Co., Ltd (Suphanburi Factory) is a rice business under the brand of 'Royal Umbrella' with this products sold across 100 countries. The factory had evaluated the energy efficiency of their Conveyor and Discharge system for their rice milling and refining process and found that the existing process had unnecessary transportation requirements, was resource intensive and led to energy waste.

After evaluating potential technologies (including a forklift, belt conveyor, chain conveyor and screw conveyor), the team found that the Pipe Conveyor was best suited for their operations in terms of improving energy efficiency. As such, they added a basket elevator motor and pipe conveyor system to directly connect the transport of rice to the truck. The rice raw material conveyor is linked up with other machines that can also reduce

the time of production and provides a chance to increase capacity.

The use of the new Conveyor and Discharge System reduced electricity, diesel fuel, and operation costs from 1,105,779.49 USD/Year to 131,510.36 USD/Year, which means it saved 88.11 per cent. In addition, this project had a payback period equal to 11 days.





## Kajian kes 2 (Case study 2):

### Heinz, UK<sup>2</sup>



Kilang Heinz di Wigan, UK menghasilkan 1.3 bilion tin makanan setiap tahun. Ini memerlukan 100 tonnes stim setiap jam. Ia digunakan untuk pemanasan ruang dan juga pensterilan makanan tin. Empat dandang masing-masing mempunyai dua pembakar gas –dilengkapi dengan kipas – untuk peralihan udara.

Kilang ini telah dipasang dengan 8 VSD (dengan penarafan sehingga 55kW) pada barisan pengeluaran. VSD membolehkan kelajuan kipas diubah untuk mengawal jumlah udara yang dimasukkan ke dalam proses, dan mengubah tahap pembakaran untuk dipadankan dengan permintaan stim. Sebelum ini, permintaan stim telah dinaikkan atau dikurangkan dengan perlahan, dalam masa beberapa hari, dan diubah dari musim ke musim.

#### Hasil penjimatan:

- Pusat tenaga kini adalah 14% lebih cekap.
- Pacuan baharu lebih responsif dari peredam mekanikal, yang memberi penanggungan masa.
- Pengurangan penggunaan tenaga turut mengurangkan pelepasan Oksida Nitrat.

The Heinz factory in Wigan, UK produces 1.3 billion cans of food every year. This requires 100 tonnes of steam every hour. It's used for both space heating and also the sterilisation of canned foods. Four boilers each have two gas-fired burners - fitted with fans - to push air into the frame.

The factory installed 8 VSDs (rated up to 55kW) on the production line. This varied the speed of the fans to control the amount of air injected into the process, altering the flame level to match steam demand. Previously the demand for steam had ramped up and down slowly, over several days and varied seasonally.

#### As a result:

- The energy centre is now 14% more efficient than previously.
- The drives are more responsive than mechanical dampers, which introduce a time lag.
- Reducing the energy consumption also reduced Nitrous Oxide emissions.

## Senarai semak dan tip untuk operasi motor dan pacuan yang cekap

### Checklist and tips for efficient operation of motors and drives

Senarai semak ini merumuskan kriteria utama dan ciri-ciri motor dan pacuan yang cekap tenaga. Jika anda tidak berupaya menjawab “YA” kepada semua soalan, besar kemungkinan bahawa kecekapan sistem anda boleh dipertingkatkan untuk menjimat wang dan mengurangkan pelepasan karbon.

This checklist summarises the key criteria and characteristics of energy efficient motors and drives. If you are unable to indicate “YES” to all questions, it is likely that the efficiency of your system could be improved, saving you money and reducing your carbon emissions.

## Senarai semak dan tip

Ruj	Kriteria amalan terbaik	Jawapan	Maklum balas
1	<b>Wujudkan peluang mematikan motor ketika tidak digunakan?</b>	[ya]/[tidak]	Motor biasanya ‘tersorok’ di dalam peralatan dan jentera dan sering kali dihiraukan dan dibiarkan beroperasi walaupun ketika tidak melaksanakan kerja yang berguna. Motor yang terbiar beroperasi tanpa beban boleh menggunakan sehingga 40% kuasa tarafnya. Kecekapan boleh dipertingkatkan melalui prosedur pematian motor mudah atau penderia automatik bagi sesuatu tahap beban, atau penderia tekanan atau suhu. Dengan hanya mematikan motor ketika tempoh rehat, anda boleh mengurangkan penggunaan tenaga elektrik sebanyak 15%. Tempoh bayar balik adalah segera.
2	<b>Sudahkah anda menyemak bahawa saiz motor anda adalah berpatutan bagi tugas yang diperlukan?</b>	[ya]/[tidak]	Margin reka bentuk dan perubahan proses bererti motor anda mungkin terlebih kuasa untuk keperluan, maka beroperasi secara tidak cekap. Penjimatan boleh diraih melalui pelbagai kaedah termasuk pemasangan motor lebih kecil, pemasangan VSD atau pemasangan penghidup ( <i>starter</i> ) star-delta-star automatik yang boleh menjana 30-40% penjimatan ketika beban motor adalah di bawah 40% taraf motor. Tempoh bayar balik < 1 year.
3	<b>Sudahkah anda menilai potensi untuk mengguna pakai VSD?</b>	[ya]/[tidak]	Penggunaan motor dikawal VSD membolehkan padanan lebih baik antara mesin yang dipacu kepada keperluan proses. Dalam aplikasi yang memerlukan kelajuan dan kilas boleh ubah, seperti kipas, pam atau kompresor, penggunaan VSD boleh memberi penjimatan tenaga dan kos yang ketara dan memastikan kelajuan motor yang nominal bagi beban proses. Pengurangan 20% dalam kelajuan motor VSD boleh memberi penjimatan tenaga sehingga 50% dengan tempoh bayar balik < 2 tahun
4	<b>Adakah VSD anda dilengkapi <i>real-time dynamic feedback control</i> untuk mengubah kelajuan kepada keperluan proses yang berubah?</b>	[ya]/[tidak]	Sekiranya beban proses sangat boleh diubah, <i>dynamic feedback control</i> boleh mengubah VSD sewajarnya untuk sepadan dengan keperluan proses. Penggunaan <i>dynamic feedback control</i> meningkatkan potensi penggunaan VSD dan memaksimumkan potensi penjimatan. Projek yang mengguna pakai VSD yang dilengkapi <i>dynamic feedback control</i> mempunyai tempoh bayar balik antara 1-3 tahun.
5	<b>Sudahkah anda meneliti peluang melengkapkan unit pengendalian udara dengan Kipas Plag Tukar Tertib Elektronik (<i>electronically commutated</i> atau EC)?</b>	[ya]/[tidak]	Mengganti motor AC dan konfigurasi kipas dalam unit pengendalian udara dengan kipas plag EC kelajuan boleh ubah adalah satu langkah cekap kos untuk mengurangkan penggunaan tenaga oleh sistem sehingga 75% dengan tempoh bayar balik projek 3.5 tahun.
6	<b>Adakah anda menggantikan motor dengan motor berkecekapan tinggi?</b>	[ya]/[tidak]	Mengganti motor dengan motor berkecekapan tinggi (seperti yang dinyatakan dalam IEC60034-30) boleh menjimatkan antara 2 hingga 5% kos operasi motor. Walau pun kecekapan tinggi akan membawa premium dari segi kos, ia akan ditimbang balik berkali ganda oleh penjimatan kos operasi sepanjang kitaran hidup motor. Penggantian sebuah motor IE2 yang gagal dengan sebuah motor IE4 akan memberi tempoh bayar balik < 1.5 tahun.
7	<b>Adakah anda menggelung semula motor atau menggantinya?</b>	[ya]/[tidak]	Amalan terbaik adalah untuk menggelung semula motor tidak lebih dari 3 kali sebelum mengganti motor disebabkan pengurangan kecekapan ketika penggelungan semula (2-3% setiap kali). Penggantian sebuah motor IE1 yang telah digelung semula dengan sebuah motor IE3 baharu akan mengurangkan penggunaan tenaga elektrik tahunan <12%. Tempoh bayar balik adalah < 1 tahun dalam pelbagai projek.
8	<b>Adakah anda mempunyai senarai semak penyenggaraan motor dan pacuan?</b>	[ya]/[tidak]	Kesalahan dalam pemasangan, pentauliahan atau penyenggaraan boleh membawa kepada faktor yang mempengaruhi kecekapan motor adalah tidak optimum. Sebagai contoh, takal yang tidak sejajar, gelincir tali sawat, tali sawat tidak tegang, atau usang semuanya boleh dibaiki dengan mudah dan murah melalui pemeriksaan penyenggaraan berjadual. Pemeriksaan seperti ini boleh memberi penjimatan sebanyak 9% dengan tempoh bayar balik < 1 tahun

## Checklist and tips

Ref	Best practice criteria	Response	Feedback
1	<b>Are there opportunities to switch of motors when not in use?</b>	[yes]/[no]	Because motors are often 'hidden' within machinery they tend to be ignored and left running even when they are doing no useful work. Idling/unloaded motors can consume up to 40% of rated power. Efficiency can be improved through simple switch off procedures or auto sensing such as load, pressure or temperature sensing. Simply switching off during breaks can reduce electricity consumption by 15%. Payback is immediate.
2	<b>Have you checked that motors are correctly sized for the required duty?</b>	[yes]/[no]	Design margins and process changes can mean that motors are over-rated for the required duty and are therefore inefficient. Savings can be made in a variety of different ways including fitting a smaller motor, fitting a variable frequency drive or fitting an automatic star-delta-star starter that will make between 30-40% savings when the motor loading drops below 40% of the motors rating. Payback < 1 year.
3	<b>Has a full assessment been potential to utilise speed drives (VSDs)?</b>	[yes]/[no]	Using a VSD controlled motor enables a better match of the driven machine to the requirements of the process. In applications requiring variable speed and variable torque, such as fans, pumps or compressors, using a VSD can make significant energy and cost savings ensuring the motors speed is nominal for the process load. A 20% reduction in motor speed of a variable speed drive will provide energy savings of 50% with project paybacks often < 2 years
4	<b>Do your VSDs use real time feedback control to quickly adjust to variable process requirements?</b>	[yes]/[no]	Where a process load is very changeable dynamic feedback control will adjust the VSD accordingly so matching the process requirement. Using dynamic feedback control increases the possible uses for VSDs and maximises the saving potential. Projects utilising VSDs with dynamic feedback control have paybacks of 1-3 years.
5	<b>Have you investigated the option to upgrade the air handling units with Electronically Commutated (EC) Plug Fans?</b>	[yes]/[no]	Replacing existing AC motors and fan configurations in air handling units with variable speed EC plug fans is a very cost effective way to reduce system energy consumption by up to 75% for a project payback of 3.5 years.
6	<b>Do you replace motors with higher efficiency versions as standard?</b>	[yes]/[no]	Replacing motors with higher efficiency versions (as specified in IEC60034-30) will save between 2 – 5% of motor running costs. While there is an associated cost premium with choosing a higher efficiency, this will be more than offset by the lifetime savings in running costs over the life time of the motor. Replacing a failed IE2 motor with an IE4 will payback < 1.5 years.
7	<b>Do you rewind motors rather than replace them?</b>	[yes]/[no]	Best practice would be to rewind a motor no more than 3 times before replacing due to decreasing efficiency of the windings (2-3% each time). Replacing a rewound IE1 motor with a new IE3 will reduce the annual electricity consumption by <12%. Payback would be < 1 year in many cases.
8	<b>Do you use a motors and drives maintenance checklist?</b>	[yes]/[no]	Incorrect installation, commissioning or maintenance means that the factors affecting the efficiency of motors may not be optimised. For example, poor alignment of pulleys, belt slippage, poor belt tension and worn belts are all easily and cheaply rectified through regular maintenance checks. Such checks will provide savings of 9% with < 1 year payback

Carbon Trust merupakan sebuah syarikat dengan misi untuk mempercepatkan peralihan kepada ekonomi yang lebih mampan dan rendah karbon. Carbon Trust:

- menasihati perniagaan, kerajaan dan sektor awam mengenai pelbagai peluang dalam dunia yang mampan dan rendah karbon;
- menilai dan memperakui kesan alam sekitar sesebuah organisasi, produk atau perkhidmatan;
- membantu dalam pembangunan dan pelaksanaan teknologi dan penyelesaian rendah karbon, dari kecekapan tenaga hingga ke tenaga boleh baharu.

[www.carbontrust.com](http://www.carbontrust.com)

+44 (0) 20 7170 7000

Sedangkan langkah-langkah wajar telah diambil untuk memastikan maklumat terkandung dalam penerbitan ini adalah tepat, pihak pengarang, Carbon Trust, ejennya, kontraktornya dan sub-kontraktornya tidak memberi sebarang jaminan dan tidak memberi kepastian atas kejujuannya dan tidak menerima sebarang liabiliti ke atas apa-apa kekhilafan atau peninggalan. Sebarang tanda dagangan, tanda perkhidmatan atau logo yang digunakan dalam penerbitan ini, dan hak cipta di dalamnya, adalah milik Carbon Trust. Tiada apa dalam penerbitan ini akan dianggap sebagai kelulusan pelesenan atau hak untuk menggunakan atau menghasilkan semula mana-mana tanda dagang, tanda perkhidmatan, logo, hak cipta atau mana-mana maklumat hak milik dalam apa jua bentuk tanpa kelulusan bertulis sebelumnya oleh Carbon Trust. Carbon Trust menguatkuasakan pelanggaran hak milik intelektualnya sepenuhnya setakat yang dibenarkan undang-undang.

Carbon Trust adalah sebuah syarikat terhad oleh jaminan dan berdaftar di England dan Wales di bawah nombor Syarikat 4190230 dengan alamat berdaftar di: 4th Floor, Dorset House, 27-45 Stamford Street, London SE1 9NT.

© The Carbon Trust 2020. Hak cipta terpelihara.

The Carbon Trust is an independent company with a mission to accelerate the move to a sustainable, low-carbon economy. The Carbon Trust:

- advises businesses, governments and the public sector on opportunities in a sustainable, low-carbon world;
- measures and certifies the environmental footprint of organisations, products and services;
- helps develop and deploy low-carbon technologies and solutions, from energy efficiency to renewable power.

[www.carbontrust.com](http://www.carbontrust.com)

+44 (0) 20 7170 7000

Whilst reasonable steps have been taken to ensure that the information contained within this publication is correct, the authors, the Carbon Trust, its agents, contractors and sub-contractors give no warranty and make no representation as to its accuracy and accept no liability for any errors or omissions. Any trademarks, service marks or logos used in this publication, and copyright in it, are the property of the Carbon Trust. Nothing in this publication shall be construed as granting any licence or right to use or reproduce any of the trademarks, service marks, logos, copyright or any proprietary information in any way without the Carbon Trust's prior written permission. The Carbon Trust enforces infringements of its intellectual property rights to the full extent permitted by law.

The Carbon Trust is a company limited by guarantee and registered in England and Wales under Company number 4190230 with its Registered Office at: 4th Floor, Dorset House, 27-45 Stamford Street, London SE1 9NT.

© The Carbon Trust 2020. All rights reserved.