

# Pengenalan kepada peluang penjimatan tenaga dalam proses penyulingan, pengeringan dan penyejatan

*Introducing energy saving opportunities in distillation, drying and evaporation*

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

*Energy efficiency guidance for the food & beverage sector*

# Penyulingan, Pengeringan dan Penyejatan

## Distillation, Drying and Evaporation

Penyulingan, pengeringan dan penyejatan adalah teknik pengasingan yang sering digunakan dalam pelbagai subsektor industri makanan dan minuman.

Distillation, drying and evaporation are all separation techniques common to many of the sub-sectors within the food and beverage industry.

### Ringkasan teknologi:



## Penyulingan

Penyulingan adalah sebuah teknik yang biasa digunakan untuk pengasingan cecair. Ia menggunakan kepekatan keseimbangan cecair-wap yang berbeza bagi komponen dalam campuran untuk mencapai pengasingan.

Penyulingan lazimnya digunakan dalam industri makanan untuk memekatkan minyak pati, perasa, minuman berasaskan kola, dan dalam penyahbauan lemak dan minyak.

Kerugian tenaga boleh berlaku atas beberapa sebab termasuk kekurangan penebat, penjanaan produk dengan ketulenan terlampau tinggi, strategi pengawalan yang lemah dan keadaan input yang tidak optimum.



## Distillation

Distillation is a commonly used separation process for fluids. It uses the different vapour-liquid equilibrium concentrations of components in a mixture to achieve separation.

Major uses of distillation in the food industry are for concentrating essential oils, flavours, cola based beverages, and in the deodorization of fats and oils.

Energy losses can occur for many reasons including poor insulation, excessive reheating, generation of excessively pure products, poor control strategy and non-optimum feed conditions.

# Penyulingan, Pengeringan dan Penyejatan Distillation, Drying and Evaporation

## Ringkasan teknologi:

### Pengeringan

Pengeringan adalah proses mengeluarkan cecair (biasanya air) daripada sebuah bahan. Proses ini biasanya dijalankan dengan mengaplikasi haba dan/atau aliran air suam melalui atau di atas permukaan bahan.

Objektif pengeringan adalah untuk membentuk sebuah produk yang mematuhi spesifikasi kandungan air, maka jumlah air yang dikeluarkan adalah berdasarkan produk akhir.

Pengeringan merupakan antara guna tenaga terbesar dalam industri makanan dan minuman.

Pengeringan gelombang mikro, atau penggabungan bersama teknik pengeringan konvensional, memberi kawalan yang lebih baik ke atas proses tersebut, serta mengurangkan tempoh masa kitaran diperlukan. Aplikasi lazim termasuk;

- **Prapemanasan:** Tenaga gelombang mikro digunakan untuk membawa semua kandungan kelembapan ke permukaan produk. Produk kemudiannya dihantar ke pengering konvensional atau ketuhar untuk cecair permukaan dikering kilat.

- **Pengeringan galak:** Tenaga gelombang mikro digunakan setelah cecair permukaan telah dikeluarkan dan kadar pengeringan sistem konvensional mula menurun. Gelombang mikro digunakan untuk membawa baki kelembapan ke permukaan dan mengeluarkannya.

- **Pengeringan akhir:** Tenaga gelombang mikro digunakan pada peringkat akhir proses pengeringan, ketika bahan dikeluarkan dari ketuhar konvensional. Dalam proses pengeringan akhir, gelombang mikro mengambil alih sebaik saja kecekapan sistem konvensional menurun.

Pengeringan akhir adalah sistem hibrid yang paling sering digunakan. Satu manfaat tambahan adalah produk dalam bentuk akhirnya akan dipasteurkan dan juga dikeringkan, sekiranya suhu yang sesuai digunakan.

Lazimnya, penjimatan adalah <50% berbanding kaedah pengeringan konvensional.

### Pengeringan

Drying is a process by which a liquid (commonly water) is removed from a material. This is usually achieved by applying heat and/or the flow of warm air through or over the surface of the material.

The objective of drying is to form a product that meets a water-content specification, so the amount of water removed depends on the desired product. Drying accounts for a high proportion of energy consumption in the food and beverage industry.

Microwave drying, or in combination with conventional drying techniques, allows for better control of the process and a reduction in the cycle time required. Typical applications include;

- **Preheating:** Microwave energy is applied to bring all moisture content to the surface of the product. This product is then sent to a conventional drier or oven where the moisture flashes off.

- **Booster drying:** Microwave energy is applied once the surface moisture has been removed and the drying rate of conventional systems begins to drop. The microwave is used to bring the remaining moisture to the surface and remove it.

- **Finish drying:** Microwave energy is applied at the last stage of the drying process, as material leaves the conventional oven. In finish drying, the microwave takes over just as the conventional system's efficiency drops

Finish drying is the most common of the hybrid systems. An additional benefit is that, provided appropriate temperatures are used, the product in its final stage will be pasteurised as well as dry.

Typical savings are <50% over conventional drying methods.



## Penyejatan

Proses penyejatan berbeza daripada pengeringan, di mana baki proses penyejatan biasanya adalah cecair atau sluri.

Sebahagian besar daripada wap yang dihasilkan boleh dikondensasi semula dan dipulihkan. Penyejatan digunakan secara meluas dalam industri makanan dan minuman – contoh proses tersebut termasuk pengeluaran lebihan cecair untuk membuat sari jus buah, pemekatan sirap jagung dan penghasilan garam daripada air garam.

Pengenyahairan produk sebelum pengeringan atau penyejatan, sama ada melalui kaedah mekanikal atau osmosis berbalik, adalah amalan terbaik dan berpotensi memberi penjimatan tenaga yang ketara. Pengurangan hanya 5% kandungan kelembapan akan memberi penjimatan 20% bagi kos pengeringan/penyejatan.



## Evaporation

The evaporation process is distinct from drying in that the remaining residue is usually a liquid or slurry.

A large percentage of the vapour generated can be recondensed and recovered. Evaporation is widely used in the food and beverage industry – examples of such processes include removing excess water to make fruit juice concentrate, the concentration of corn syrups and the production of salt from brine.

Dewatering product before drying or evaporating whether by mechanical means or reverse osmosis is best practice and has the potential to provide significant energy savings. A reduction of just 5% in moisture content will save 20% on drying/evaporation costs.



## Pempasteuran

Pempasteuran merupakan proses di mana air, susu, wain dan jus buah-buahan diberi haba (biasanya  $<100^{\circ}\text{C}$ ) untuk memusnahkan patogen dan memanjangkan jangka hayat produk.

Kerugian tenaga boleh berlaku atas pelbagai sebab termasuk kekurangan penebat, suhu dan tempoh pemanasan melampau, strategi kawalan yang lemah dan keadaan input yang tidak optimum.

Peralihan kepada proses pempasteuran berterusan boleh memberi  $<14\%$  penjimatan tenaga dengan kadar balik modal segera bagi sistem kumpulan.

Wujudnya skop ketara bagi pemulihan haba ketika produk disejukkan selepas pempasteuran. Lazimnya, projek pemulihan haba berupaya mencapai 6% penjimatan.



## Pasteurisation

Pasteurisation is a process in which water, milk, wine and fruit juices are treated with heat (usually  $<100^{\circ}\text{C}$ ) to destroy pathogens and extend product shelf life.

Energy losses can occur for many reasons including poor insulation, excessive heating temperatures and times, poor control strategy and non-optimum feed conditions.

Moving to a continuous pasteurisation process can provide  $<14\%$  energy savings with immediate payback over a batch system.

There is significant scope for heat recovery as the product is cooled after pasteurisation with typical heat recovery projects providing a 6% saving.



## Penghomogenan

Terutamanya digunakan dalam industri tenusu dan minuman ringan.

Cecair yang akan dicampur disalurkan melalui injap penghomogenan atau 'kepala' di bawah tekanan tinggi untuk mengurai campuran kepada partikel kecil untuk memastikan agar tiada pengasingan ketika penghantaran atau penyimpanan.

Tenaga yang digunakan dalam proses ini adalah berkadar dengan tekanan yang diperlukan untuk mencapai tahap penghomogenan yang dikehendaki.

Reka bentuk 'kepala' yang moden dan lebih cekap (membolehkan pengurangan tekanan dari 180 bar ke 120 bar) boleh mengurangkan penggunaan tenaga elektrik <33%.

Bagi susu, wujud juga peluang memperbaiki lagi kecekapan tenaga.

Penghomogenan separa: mengurangkan kendalian penghomogen dengan hanya menghomogen bahan diperkaya lemak (krim) dari pengasing. Ia kemudian dicampur dengan susu rendah lemak.

Kendalian berkurangan sebanyak 20%, membolehkan peralatan lebih kecil digunakan. Lazimnya, reka bentuk amalan terbaik memberi penjimatan sebanyak 55% bagi kos pelaburan dan 73% bagi kos operasi tahunan.



## Homogenisation

Primarily used in the milk and soft drinks industry.

The liquids to be combined are forced through a homogenising valve or 'head' under pressure so breaking down the mixture to ensure there is no separation during transport or storage.

The energy used in the process is proportional to the pressure required to achieve the desired level of homogenisation.

Upgrading to modern, more efficient design of head (allowing a reduction from 180 bar to 120 bar) will reduce electricity use by <33%.

For milk there is an opportunity to improve efficiency further.

Partial homogenisation: reducing the homogeniser throughput by homogenising only the fat-enriched (cream) from the separator, and mixing this with the low-fat milk. Throughput reduces by 20% allowing for smaller equipment to be used. Typical saving from best practice designs have seen savings of 55% in investment costs and 73% in annual running costs.







## Pembersihan Setempat (CiP) | *Cleaning-in-Place* (CiP)

CiP diperlukan untuk mengekalkan persekitaran proses/pembuatan yang bersih untuk memastikan kualiti dan keselamatan produk. Ia membolehkan pembersihan paip, bekas dan peralatan proses lain tanpa keperluan pembongkaran.

Satu kitaran kebiasaan adalah seperti berikut:

- Pra-bilas (pembuangan sisa produk dalam proses)
- Basuhan pembersihan (60-140°C)
- Bilasan pertengahan
- Bilasan akhir dan sanitasi

Biasanya, kerugian tenaga berlaku disebabkan suhu air yang melampau, tempoh kitaran terlebih lama dan dos yang tidak sesuai – semuanya menitikberatkan kepentingan strategi kawalan amalan terbaik.

Sebagai contoh, dalam pemantauan kekeruhan, cecair pembersih boleh diperiksa dan jika tidak terlalu kotor boleh diguna semula untuk memberi penjimatan dalam penggunaan bahan kimia dan air panas.

Tambahan pula, berdasarkan suhu air yang diperlukan, terdapat juga peluang pemulihan haba dari basuhan pembersihan.

CiP is required to maintain a hygienic process/manufacturing environment to ensure product quality and safety. It allows the cleaning of pipelines, vessels and other process equipment without the requirement to disassemble. typical cycle includes:

- Pre-rinse (removal of remaining product in process)
- Cleaning wash (60-140°C)
- Intermediate rinse
- Final and sanitise rinse

Typical energy losses occur due to excessive water temperatures, prolonged cycle times and poor dosing – all of which highlight the importance of a best practice controls strategy.

For example, with turbidity monitoring, the cleaning solution can be checked and if found not to be too soiled can be reused, saving on dosing chemicals and hot water.

Also, depending on the water temperature required there are heat recovery opportunities from the cleaning washes.





## Pembersihan Setempat (CiP) | *Cleaning-in-Place (CiP)*

'*Pigging*' adalah satu sistem yang terangkum dalam sistem CiP yang membolehkan sebuah plag yang fleksibel ('*pig*') dimasukkan ke dalam paip untuk mengasingkan sisa produk dari air pra-bilasan – '*pig*' tersebut dipaksa sepanjang paip oleh tekanan air di belakangnya. Proses '*pigging*' membolehkan produk bernilai dikeluarkan dari sistem, dan mengurangkan dengan ketara jumlah air panas yang diperlukan untuk kitaran awal.

Lazimnya, '*pig*' plastik digunakan, yang hanya berkesan dalam sistem paip linear mudah dan tidak berupaya melalui paip berlengkuk, perubahan diameter paip atau injap. Ini mengehadkan jumlah produk yang dipulih balik dan juga kesannya ke atas penjimatan tenaga.

Penggunaan ais hancur dalam air ('*ice pigging*') menambahbaik dengan ketara proses '*pigging*' tanpa sekatan oleh lengkok, perubahan diameter atau injap dan boleh memulih balik sehingga 99% produk dalam sistem.

Pengurangan dalam penggunaan air panas dalam sistem adalah <85%.

'*Pigging*' adalah satu sistem yang terangkum dalam sistem CiP yang membolehkan sebuah plag yang fleksibel ('*pig*') dimasukkan ke dalam paip untuk mengasingkan sisa produk dari air pra-bilasan – '*pig*' tersebut dipaksa sepanjang paip oleh tekanan air di belakangnya. Proses '*pigging*' membolehkan produk bernilai dikeluarkan dari sistem, dan mengurangkan dengan ketara jumlah air panas yang diperlukan untuk kitaran awal.

Lazimnya, '*pig*' plastik digunakan, yang hanya berkesan dalam sistem paip linear mudah dan tidak berupaya melalui paip berlengkuk, perubahan diameter paip atau injap. Ini mengehadkan jumlah produk yang dipulih balik dan juga kesannya ke atas penjimatan tenaga.

Penggunaan ais hancur dalam air ('*ice pigging*') menambahbaik dengan ketara proses '*pigging*' tanpa sekatan oleh lengkok, perubahan diameter atau injap dan boleh memulih balik sehingga 99% produk dalam sistem.

Pengurangan dalam penggunaan air panas dalam sistem adalah <85%.





## Haba solar

Sehingga 60% daripada haba yang diperlukan dalam penyediaan makanan dan minuman adalah di bawah 250°C, maka teknologi haba solar amat bersesuaian di rantau ASEAN bagi menggantikan bahan bakar tradisional untuk tenaga yang diperlukan.

Bagi suhu sehingga 120°C, kedua-dua jenis pengumpul plat rata dan tiub vakum sesuai digunakan.

Bagi suhu 120°C - 200°C – tiub vakum sesuai digunakan.

Bagi suhu melebihi 200°C – sistem penumpu solar yang lebih mahal diperlukan.

Tenaga solar yang dikumpul biasanya dipindahkan kepada air atau minyak haba dalam sebuah tangki penimbal simpanan/haba. Haba kemudiannya dipindahkan melalui sistem litar tertutup dan plat pertukaran haba kepada proses.

Contoh projek dari sektor makanan dan minuman di Thailand melaporkan sistem ini biasanya memberi 20% beban haba yang diperlukan dan ia terhad hanya oleh ketersediaan kawasan bumbung. Tempoh balik modal dilaporkan antara 3 – 4 tahun.



## Solar thermal

Up to 60% of the heat required in food and beverage production is below 250°C therefore solar thermal technology in the ASEAN region is well suited to help replace traditional fuels in providing the energy required.

For temperatures up to 120°C both flat plate and evacuated tube collectors are suitable.

For temperatures 120°C - 200°C – evacuated tubes are suitable

For temperatures above 200°C – more costly solar concentration would be required

The solar energy collected is typically transferred to water or thermal oil in a storage/thermal buffer tank from where the heat is transferred via closed loop system and heat exchangers to the process.

Example projects from the food and beverage sector in Thailand report systems typically providing 20% of the total thermal load required limited only by the availability of suitable roof area. Project paybacks were between 3 – 4 years.



## Peluang penjimatan tenaga dalam penyulingan, pengeringan dan penyejatan



### Periksa peralatan agar elok ditebat dan diselenggara

Periksa secara berkala untuk mencari penebat yang rosak, hilang atau basah, yang menunjukkan pembaziran tenaga. Peralatan penyulingan, pengeringan dan pengasingan sering terdedah kepada masalah ini. Baiki penebat dengan segera.



### Kaji sama ada haba sisa dari peralatan pengasingan boleh digunakan balik di tapak yang sama

Semua proses-proses ini menjana haba sisa. Pertimbangkan pemulihan dan penggunaan semula haba sisa di tapak sama, contohnya untuk pemanasan ruang di dalam sebuah bengkel atau gudang.

Di samping itu, tindakan yang lebih khusus bagi penyulingan dan pengeringan diterangkan di bawah.

## Energy saving opportunities in distillation, drying and evaporation



### Check that equipment is well insulated and maintained

Regularly check for damaged, missing or wet insulation indicating unnecessary loss of energy. Distilling, drying and separation equipment is often susceptible to these kinds of problems. Repair insulation promptly.



### Investigate whether waste heat from separation equipment could be used elsewhere on the site

All of these processes generate waste heat. Consider where waste heat can be recovered and reused elsewhere on-site, for example, as space heating in a warehouse or workshop.

In addition, more specific actions for distillation and drying are below.

## Penyulingan



### Periksa dan catat secara berkala hasil produk berbanding penggunaan tenaga

Gunakan data ini untuk mengenal pasti anomali dalam penggunaan tenaga yang boleh menunjukkan ketidakcekapan sistem. Hubungi pembekal peralatan jika penggunaan tenaga melebihi daripada parameter yang dijangka.



### Pertimbangkan proses rejim kawalan alternatif seperti penyulingan tekanan terturun

Penyulingan tekanan terturun membenarkan pengasingan dilaksanakan pada suhu yang rendah, dan juga mengurangkan beban haba. Pembekal atau perunding penyulingan akan berupaya menasihati kesesuaian reka bentuk dan rejim kendalian alternatif.

*Penyulingan tekanan terturun adalah satu proses yang boleh memberi penjimatan tenaga dalam kilang penyulingan wiski.*

## Distillation



### Regularly check and record product yield against energy use

Use this data to identify anomalies in energy use that may suggest that the system is working inefficiently. Contact an equipment supplier if energy use rises above the expected parameters.



### Consider an alternative process or operating regime such as reduced pressure distillation

Reduced pressure distillation allows separation to be carried out at lower temperatures, also reducing the heat load. A supplier or a distillation consultant will be able to advise on the suitability of alternative designs and operation regimes.

*Reduced pressure distillation is a process which could generate energy savings within whisky distilleries.*

## Pengeringan



### Pertimbangkan mengurangkan penggunaan air dalam campuran awal produk

Pengeringan digunakan dengan meluas dalam industri makanan dan minuman untuk mengeluarkan air dari campuran produk. Sekiranya penggunaan air boleh dikurangkan dalam campuran awal produk, maka keperluan tenaga untuk pengeringan akan dapat dikurangkan. Periksa jumlah air yang sepatutnya diperlukan dalam sebuah proses.



### Kaji kaedah pembuangan air mekanikal

Air biasanya boleh dibuang secara mekanikal pada awal proses, demi mengurangkan keperluan tenaga untuk pengeringan. Kesesuaian pengekstrakan mekanikal adalah berdasarkan kandungan air dalam campuran. Oleh demikian, sila rujuk pengurus kualiti bagi sesuatu produk untuk panduan lanjut.

Pelbagai teknik penapisan mekanikal boleh diguna pakai termasuk penapisan ultra dan mikro, serta pengemparan.

*Teknik-teknik ini digunakan dalam pembuatan keju lembut untuk mengasingkan susu cecair atau dadih, atau untuk mengasingkan air dalam proses pengeringan susu.*

## Drying



### Consider using less water in the initial product mixture

Drying is widely used in the food and drink industry to remove water from the product mixture. If less water can be used in the initial mixture, then the process will require less energy for drying. Check how much water is actually needed in a process.



### Investigate mechanical water removal

Water can often be removed by mechanical means earlier in the process, resulting in the use of less energy for drying. The suitability of mechanical extraction is dependent on the water content of the mixture and therefore it is advisable to contact the product's quality manager for further guidance.

A range of mechanical filtration techniques are possible such as micro and ultra filtration, and centrifugation.

*These techniques are used in soft cheese making to separate out the liquid milk or whey, or to separate out water in the milk-drying process.*



## Senarai semak dan tip bagi kendalian cekap sistem-sistem penyulingan, pengeringan dan penyejatan

### Checklist and tips for efficient operation of distillation, drying and evaporation systems

Senarai semak ini merumuskan kriteria dan ciri-ciri utama bagi sebuah sistem penyulingan, pengeringan dan penyejatan. Jika anda tidak berupaya menjawab “YA” kepada semua soalan, besar kemungkinan bahawa kecekapan sistem anda boleh dipertingkatkan, dan menjimatkan wang dan mengurangkan pengeluaran karbon.

This checklist summarises the key criteria and characteristics of energy efficient distillation, drying and evaporation system. 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>Sudahkah anda mempertimbangkan gelombang mikro sebagai kaedah pemanas atau pengering produk?</b>      | [ya]/[tidak] | Pengeringan secara gelombang mikro atau bercampur dengan kaedah konvensional membolehkan kawalan lebih baik ke atas proses dan mengurangkan dengan ketara tempoh masa kitaran yang diperlukan. Penjimatan berbanding kaedah konvensional kebiasaannya adalah <50%.  |
| 2   | <b>Adakah pempasteuran anda dilaksanakan secara berkumpulan?</b>   | [ya]/[tidak] | Peralihan kepada proses pempasteuran berterusan boleh memberi penjimatan tenaga <14% serta tempoh balik modal segera bagi proses berkumpulan. Sekiranya pemprosesan berkumpulan diperlukan, hibernasi pempasteuran memberi 65%-85% pengurangan dalam permintaan pemanasan dan penyjukan dalam tempoh waktu tanpa kendalian. Tempoh balik modal adalah <6 bulan.   |
| 3   | <b>Sudahkan proses pempasteuran anda dikaji untuk peluang penambahbaikan?</b>                            | [ya]/[tidak] | Penambahbaikan yang ketara kepada kecekapan pempasteur boleh dicapai dengan menggunakan plat penukar haba berkecekapan tinggi. Kebiasaannya, penambahbaikan kecekapan sebanyak 6% akan memberi tempoh balik modal antara 3.5 - 4 tahun.   |
| 4   | <b>Sudahkan proses penghomogenan dioptimumkan? [Tenusu]</b>  | [ya]/[tidak] | Penghomogenan separa – mengurangkan kendalian penghomogen dengan hanya menghomogenkan fasa diperkaya lemak [krim] dari pengasing, dan mencampurkannya dengan fasa rendah lemak. Aliran melalui penghomogen akan berkurangan sebanyak 20% dan peralatan lebih kecil boleh digunakan. Lazimnya, penjimatan kos oleh reka bentuk amalan terbaik adalah 55% kos pelaburan dan 73% kos kendalian tahunan, dengan tempoh balik modal <1 year. |
| 5   | <b>Sudahkan proses penghomogenan dioptimumkan?</b>   | [ya]/[tidak] | Tenaga yang digunakan dalam penghomogenan adalah berkadar dengan tekanan yang diperlukan. Penggunaan reka bentuk kepala ('head') moden dan cekap (pengurangan dari 180 bar ke 120 bar) akan mengurangkan penggunaan tenaga elektrik sebanyak 33%.   |
| 6   | <b>Adakah proses CiP anda merangkumi 'pigging'?</b>  | [ya]/[tidak] | 'Pigging' adalah sebuah sistem yang terangkum dalam sebuah sistem paip yang membenarkan sebuah plag fleksibel ('pig') dimasukkan dalam paip untuk mengasingkan produk dari air bilasan. Proses 'pigging' membolehkan produk bernilai dipulih semula dan mengurangkan keperluan penggunaan air panas <85%. Kebiasaannya, tempoh balik modal sistem adalah <1 tahun.  |
| 7   | <b>Adakah anda mengenyahairkan produk sebelum dimasukkan ke dalam pengering?</b>                         | [ya]/[tidak] | Sama ada secara mekanikal atau osmosis berbalik, pengenyahairan produk sebelum pengeringan akan menjimatkan penggunaan tenaga dengan ketara. Pengurangan hanya 5% sahaja kelembapan produk boleh membawa kepada penjimatan sehingga 20% dalam kos pengeringan. Penjimatan berkaitan dari osmosis berbalik termasuk penjimatan dalam kos air dan rawatan air boleh memberi tempoh balik modal <1 tahun.                                  |
| 8   | <b>Sudahkah anda menilai pilihan untuk mengguna pakai tenaga haba solar?</b>                             | [ya]/[tidak] | Projek haba solar terkhusus sektor biasanya memberi 20% beban haba yang diperlukan – terhad hanya oleh ketersediaan kawasan bumbung yang bersesuaian. Tempoh balik modal adalah antara 3 - 4 tahun [Thailand – tanpa subsidi].  |
| 9   | <b>Sudahkah anda menilai pilihan untuk mengguna pakai minyak haba sebagai pengganti sistem wap dsb.?</b> | [ya]/[tidak] | Dengan kecekapan haba 80%, keperluan tapak kecil, ketiadaan wap kilat, tiup turun atau kerugian peluwap, dandang minyak haba memberi sehingga 31% penjimatan tenaga berbanding dengan sistem wap.   |

## Checklist and tips

| Ref | Best practice criteria  | Response   | Feedback  |
|-----|---|------------|---|
| 1   | <b>Have you considered microwave as a means of heating and drying product?</b>                  | [yes]/[no] | Microwave drying or in combination with conventional drying techniques allows for better control of the process and a significant reduction in the cycle time required. Typical savings are <50% over conventional drying methods.  |
| 2   | <b>Is your pasteurisation carried out in batches?</b>   | [yes]/[no] | Moving to a continuous pasteurisation process offers <14% energy saving and immediate payback over a batch process. Where batching is necessary pasteuriser hibernation offers 65-85% reduction in both heating and cooling demand during periods of no throughput for a payback < 6 months.  |
| 3   | <b>Has your pasteurisation process been reviewed for improvement opportunities?</b>             | [yes]/[no] | Significant improvements to the efficiency of a pasteuriser can be made through the use of higher efficiency heat exchangers. Typical efficiency improvement of 6% give a project payback of 3.5 - 4 years.   |
| 4   | <b>Has the homogenisation process been optimised? [Dairy]</b>                                   | [yes]/[no] | Partial homogenisation - reducing the homogeniser throughput by only homogenising the fat-enriched phase [cream] from the separator, and mixing this with the low-fat phase. Flow through the homogeniser reduces by 20% meaning much smaller equipment is required. Typical cost savings from best practice design are 55% in investment costs and 73% in annual running costs giving project paybacks < 1 year. |
| 5   | <b>Has the homogenisation head pressure been optimised?</b>                                     | [yes]/[no] | Energy used in homogenisation is proportional to the pressure required. Upgrading to modern more efficient design of head (180 bar to 120 bar) will reduce electricity use by 33%.  |
| 6   | <b>Does your CiP process include 'pigging'?</b>   | [yes]/[no] | Pigging is a system that is incorporated into a pipe system that allows a flexible plug (pig) to be put into the pipe to separate product from rinsing water. The pigging process allows valuable product to be retained and reduces the hot water consumption required by < 85%. Typically, systems pay back in < 1 year.  |
| 7   | <b>When drying do you dewater before product enters the dryer?</b>                              | [yes]/[no] | Whether by mechanical means or reverse osmosis dewatering product before entering the dryer will save significant amounts of energy. Even a modest reduction of 5% moisture content will save 20% on drying costs. Associated savings from reverse osmosis including water and treatment savings support a project payback < 1 year.  |
| 8   | <b>Have the options for utilising solar thermal been assessed?</b>                              | [yes]/[no] | Sector specific projects typically provide 20% of the total thermal load required - limited only by the availability of suitable roof area. Project paybacks are between 3 – 4 years [Thailand – non subsidised].   |
| 9   | <b>Have the options for utilising thermal oil over steam systems, etc, been fully assessed?</b> | [yes]/[no] | With an 80% thermal efficiency, compact footprint, no flash steam, blowdown or condensate losses thermal oil boilers offer up to a 31% energy saving over steam systems.  |



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 kejituannya 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.