

GARIS PANDUAN PELAKSANAAN AMALAN INDUSTRI HIJAU

KILANG MINYAK KELAPA SAWIT MENTAH



JABATAN ALAM SEKITAR MALAYSIA





GARIS PANDUAN PELAKSANAAN AMALAN INDUSTRI HIJAU

KILANG MINYAK KELAPA SAWIT MENTAH



HAK CIPTA TERPELIHARA
JABATAN ALAM SEKITAR MALAYSIA
KEMENTERIAN TENAGA, SAINS, TEKNOLOGI, ALAM SEKITAR
DAN PERUBAHAN IKLIM
CETAKAN PERTAMA
SEPTEMBER 2019

PENASIHAT
TN. HJ. ROSLI BIN ZUL

EDITOR
ZURAINI SIAM
ABDUL AZIZ CHIK
KHAIRI IKHWAN GHAZALI

PENYEDIA BAHAN
SIRIM BERHAD
PUSAT PENYELIDIKAN TENAGA DIPERBAHARUI

ISI KANDUNGAN

1.	PENDAHULUAN	3
2.	TUJUAN	4
3.	SKOP GARIS PANDUAN	5
4.	PROSES PENGHASILAN MINYAK KELAPA SAWIT MENTAH	5
5.	IMBANGAN JISIM KILANG KELAPA SAWIT	12
6.	ISU ALAM SEKITAR	13
	6.1 Kuantiti Dan Ciri-Ciri POME	14
	6.2 Emisi Dandang Stim	15
7.	AMALAN KAWALAN PENCEMARAN	16
8.	PENCEGAHAN PENCEMARAN DENGAN KAEDAH PENGELUARAN BERSIH	16
9.	AMALAN INDUSTRI HIJAU	17
	9.1 Opsyen Tanpa Kos Ketara	18
	9.2 Opsyen Kos Rendah (Kurang Daripada RM10,000)	22
	9.3 Opsyen Kos Sederhana (RM10,001 hingga RM50,000)	24
	9.4 Opsyen Kos Tinggi (Lebih daripada RM50,001)	26
10.	PELAKSANAAN OPSYEN PENGELUARAN BERSIH (CP)	29
	10.1 Pemasangan Sistem Automatik <i>Blowdown</i> Dandang Stim	29
	10.2 Pembinaan Takungan Luwapan Pensteril	30
	Perkara	33
	Maklumat	33
11.	PENUTUP	34
	SENARAI SEMAK	35
	Senarai Rujukan	38
	Senarai Ringkasan Kata	39



Prakata



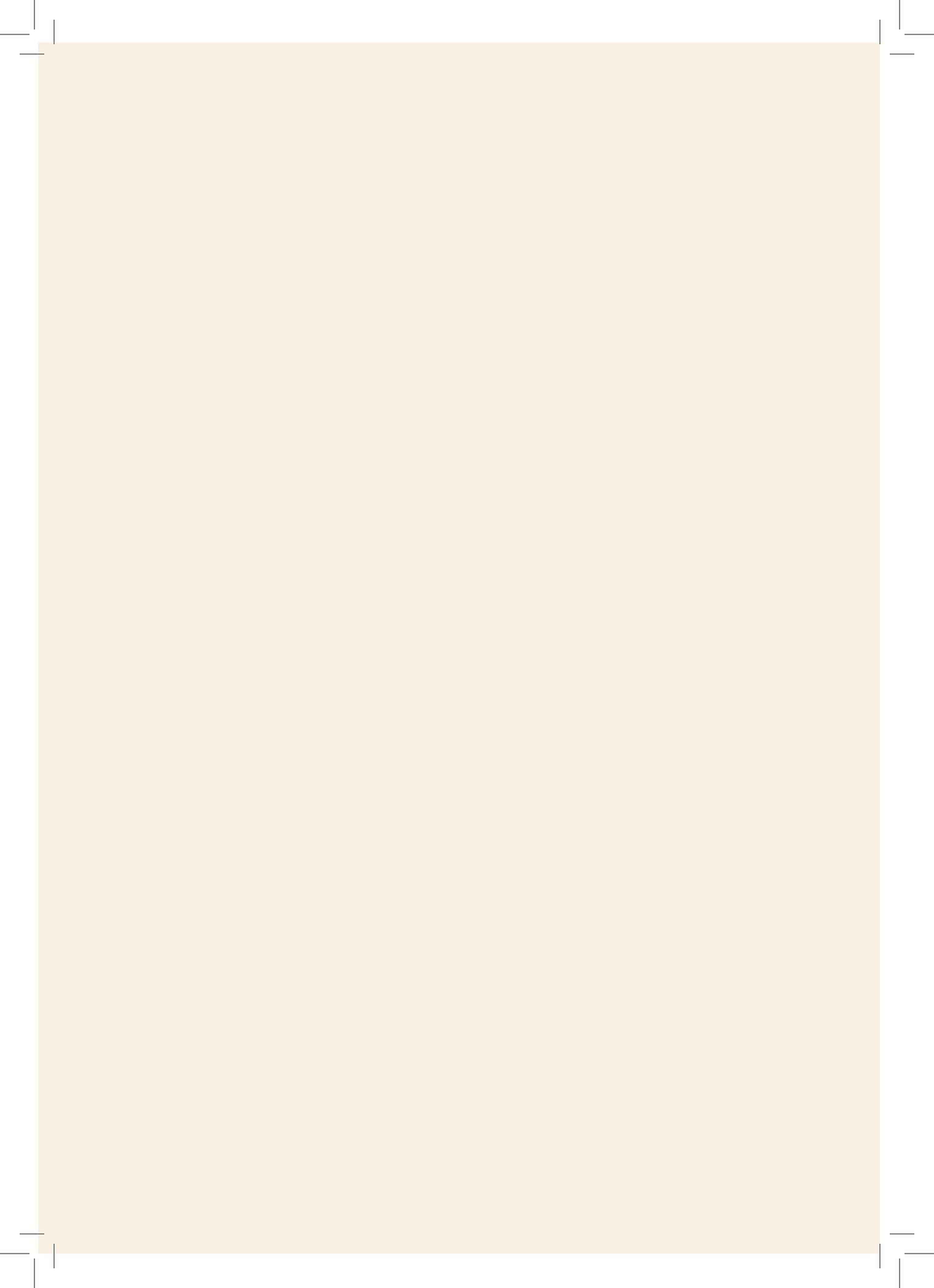
Selaras dengan hasrat kerajaan untuk mengukuhkan lagi kemampuan alam sekitar dalam proses pembangunan negara, Jabatan Alam Sekitar telah mengambil inisiatif untuk mempromosikan Industri Hijau dikalangan industri di Malaysia.

Sehubungan dengan itu, Garis Panduan Pelaksanaan Amalan Industri Hijau Bagi Kilang Minyak Kelapa Sawit Mentah disediakan khusus kepada pengusaha industri penghasilan minyak kelapa sawit mentah sebagai panduan bagi pelaksanaan strategi Amalan Industri Hijau dalam aktiviti harian di premis seterusnya akan mewujudkan premis yang lebih mesra alam. Saya amat berbesar hati dengan penerbitan Garis Panduan ini memandangkan industri penghasilan minyak kelapa sawit mentah merupakan industri yang sangat penting dalam menyokong pertumbuhan ekonomi Negara dan mempunyai peluang besar untuk menerokai pasaran di dalam dan luar Negara dengan berasaskan produk yang lebih mesra alam.

Garis Panduan ini telah disusun dan dipilih sebaik mungkin berdasarkan operasi kilang minyak kelapa sawit di Malaysia dan mengikut fasa audit amalan Industri Hijau supaya industri boleh menggunakan Garis Panduan ini untuk melaksanakan Amalan Industri Hijau dengan mudah dan lancar.

Adalah diharapkan dengan Penerbitan Garis Panduan ini akan dapat membantu industri melaksanakan Amalan Industri Hijau secara sistematik, beroperasi tanpa mencemarkan serta dapat meminimalkan kesan kepada alam sekitar dan meningkatkan pematuhan kepada Akta Kualiti Alam Sekeliling, 1974. Jabatan Alam Sekitar akan meneruskan usaha-usaha dalam mempromosikan inisiatif Amalan Industri Hijau kepada semua sektor industri di Malaysia termasuk industri minyak kelapa sawit mentah.

PUAN NORLIN BINTI JAAFAR
Ketua Pengarah Malaysia
Jabatan Alam Sekitar



1. PENDAHULUAN



Malaysia adalah merupakan salah satu pengeksport terbesar bagi minyak kelapa sawit dunia dengan China, India dan Kesatuan Eropah sebagai pengguna utama. Bagi tahun 2018, Malaysia menguasai pasaran eksport global minyak sawit mentah sebanyak 33% dan pengeluar minyak sawit mentah sebanyak 28%. [1] Pokok kelapa sawit (*Elaeis guineensis Jacq.*) pertama kali diperkenalkan oleh penjajah British pada tahun 1870an sebagai pokok hiasan yang berasal dari Barat Afrika. Sejak tahun 1960an, di bawah polisi baru bagi program kepelbagaian pertanian, kerajaan telah memulakan inisiatif bagi mengurangkan kebergantungan kepada bijih timah dan getah, penanaman kelapa sawit secara beransur menjadi tanaman komoditi utama di Malaysia.

Sejak dari lima dekad lepas, industri berasas kelapa sawit telah berkembang dengan pesat dan menjadi di antara minyak sayuran utama di dunia. Pada tahun 2017, jumlah kawasan bertanam kelapa sawit di Malaysia adalah dalam anggaran 5.8 juta hektar. Daripada jumlah tersebut, anggaran pengeluaran tahunan minyak sawit mentah adalah sebanyak 23 juta dan pengeluaran minyak isirung sawit sebanyak 2.5 juta. Di bawah Pelan Induk Perindustrian Ketiga bagi tahun 2006-2020, fokus industri sawit adalah bagi perkembangan oleokimia, biodiesel, biojisim dan biogas, serta termasuk pembangunan pasaran baru bagi kelapa sawit Malaysia.

Amalan Industri Hijau (AIH) merupakan pendekatan baru yang diambil oleh Jabatan Alam Sekitar (JAS) sebagai salah satu strategi bagi membantu industri mematuhi Akta Kualiti Alam Sekitar (AKAS) 1974. Ciri-ciri Industri Hijau ialah penggunaan bahan mentah asli yang minima, proses pengeluaran yang menggunakan air, tenaga dan bahan yang minima serta bebas dari bahan berbahaya dan guna dan kitar semula aliran sisa pepejal. Industri Hijau boleh dicapai melalui pelaksanaan amalan seperti kaedah Pengeluaran Bersih ataupun *Cleaner Production* (CP). CP ialah pengaplikasian berterusan strategi pencegahan alam sekitar bersepadu ke atas proses, produk dan perkhidmatan yang bertujuan untuk meningkatkan kecekapan secara menyeluruh dan mengurangkan risiko kepada manusia dan alam sekitar.

2. TUJUAN



Garis panduan pelaksanaan AIH bagi kilang minyak kelapa sawit mentah ini disediakan bertujuan untuk memberi pendedahan dan panduan kepada pengusaha-pengusaha kilang minyak kelapa sawit mentah di Malaysia berkenaan AIH yang boleh dipraktikkan di premis mereka. Kaedah pengurusan penjaan sisa, kos rawatan yang terlibat, penggunaan tenaga dan pencemaran alam sekitar

dari peringkat awal adalah antara aspek yang ditekankan dalam AIH. Cadangan AIH di dalam buku garis panduan ini adalah melibatkan pelaksanaan yang praktikal untuk diadaptasikan dan tidak melibatkan kos yang membebankan.

Hasil dari pelaksanaan AIH, pengilang minyak kelapa sawit mentah akan memperoleh pelbagai faedah termasuk kecekapan dan penjimatan tenaga, penjimatan penggunaan bahan mentah, peningkatan produktiviti, disamping mengarah kepada kewujudan persekitaran operasi kilang minyak kelapa sawit yang lebih kondusif, bersih, selamat, teratur dan peningkatan produk yang berkualiti tinggi.

Selain daripada itu garis panduan ini juga penting kepada pegawai JAS sendiri sebagai rujukan dalam memberi khidmat nasihat kepada pihak industri secara umum atau kepada pengusaha kilang minyak kelapa sawit mentah secara spesifik. Garis panduan ini juga berguna untuk rujukan semua pihak yang berkepentingan samada pihak kerajaan termasuk pihak berkuasa tempatan, ahli akademik dan penguatkuasa mahupun pihak swasta termasuk pengusaha kilang minyak kelapa sawit mentah dan perunding alam sekitar.

3. SKOP GARIS PANDUAN



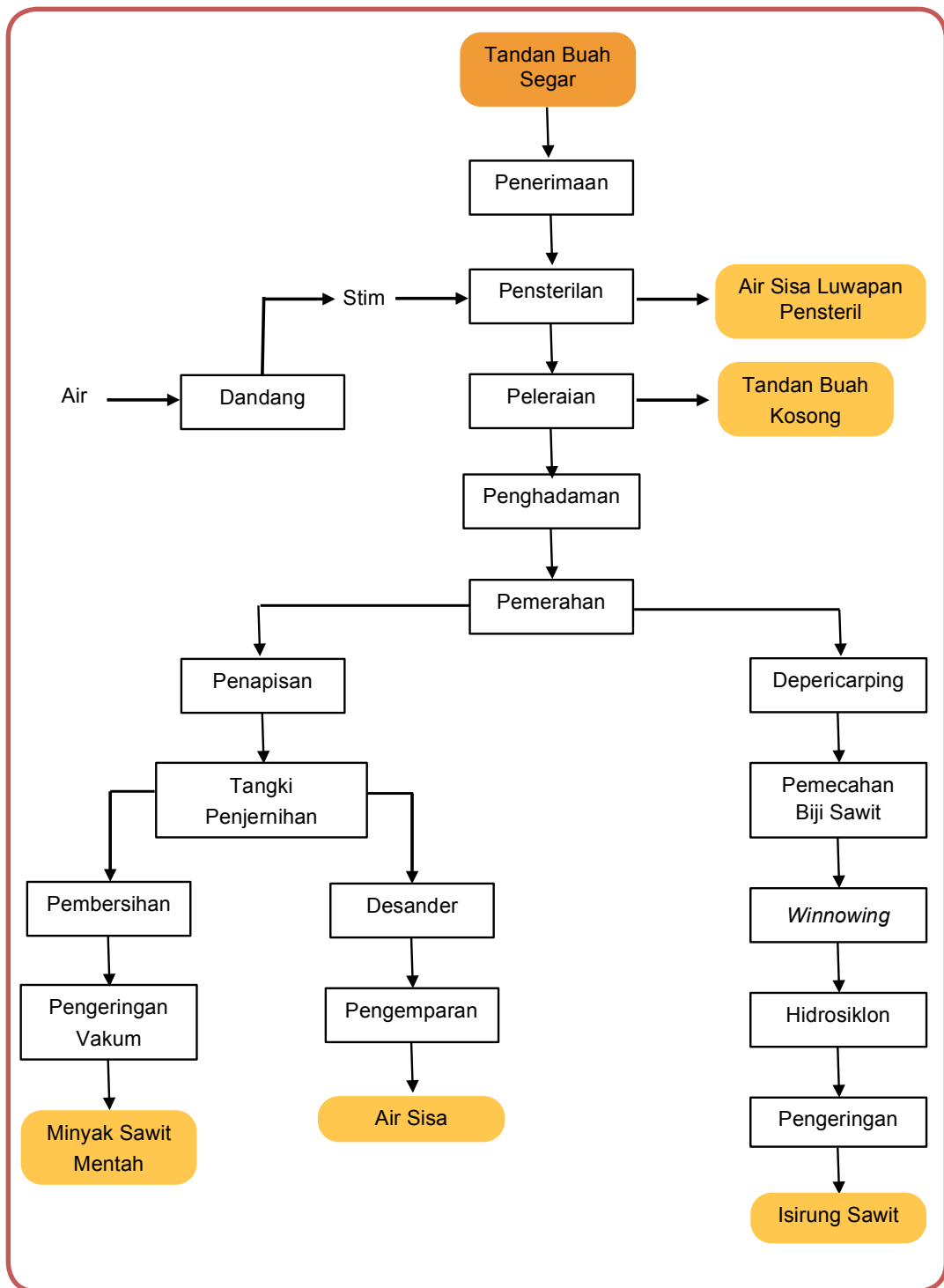
Skop penggunaan garis panduan pelaksanaan AIH merangkumi perkara seperti di bawah:

- i. Sumber rujukan umum bagi keseluruhan proses yang terlibat dalam operasi pengeluaran minyak sawit mentah;
- ii. Kaedah dan panduan bagi pelaksanaan AIH bagi pengusaha kilang minyak kelapa sawit mentah; dan
- iii. Sebagai panduan kepada pengusaha kilang kearah pematuhan sepenuhnya Akta Kualiti Alam Sekeliling, AKAS 1974 dan peraturan-peraturan di bawahnya.

4. PROSES PENGHASILAN MINYAK KELAPA SAWIT MENTAH







Bahagian ini menerangkan tentang proses penghasilan minyak kelapa sawit mentah di kilang kelapa sawit. **Gambarajah 1** adalah carta alir umum bagi proses penghasilan minyak kelapa sawit.



Gambarajah 1: Carta Alir Proses Kilang Kelapa Sawit Mentah

Huraian ringkas proses penghasilan minyak sawit mentah adalah seperti **Jadual 1** di bawah.

Jadual 1: Ringkasan Proses Penghasilan Minyak Kelapa Sawit Mentah

NO.	PROSES	KETERANGAN
1.	Penerimaan Buah Tandan Segar (<i>Reception</i>) 	Buah tandan segar, <i>fresh fruit bunches</i> (FFB) yang diterima dari ladang akan ditimbang dan seterusnya digredkan mengikut kualiti buah sama ada yang diambil dan dihantar pada hari yang sama (<i>Crop A</i>) atau ditinggal semalaman (<i>Crop B</i>). FFB ini kemudiannya akan dimasukkan ke dalam corong dan seterusnya diagihkan dalam sangkar untuk proses pensterilan (<i>Sterilization</i>).
2.	Pensterilan (<i>Sterilization</i>) 	Sangkar akan digerakkan melalui landasan dan dimuatkan ke dalam penyucihama (<i>strilize</i>) untuk didedahkan kepada stim selama 90 minit. Proses ini bertujuan bagi melonggarkan buah sawit dari tandan. Selain itu, ia bertujuan untuk menyahaktifkan enzim-enzim yang boleh merosakkan buah seterusnya memberhentikan kenaikan penghasilan asid lemak bebas, <i>Free Fatty Acid</i> (FFA). FFA dianggap bahan cemar dalam minyak sawit mentah dan nilai FFA disasarkan kurang daripada 5% sebagai penunjuk tahap kualiti produk. Di samping itu, proses ini bertujuan untuk melembutkan isi buah (<i>mesocarp</i>) supaya memudahkan proses mampatan dan perebusan juga menyebabkan biji mengecut seterusnya mudah untuk dipisahkan.
3.	Peleraian (<i>Threshing</i>) 	FFB yang telah melalui proses perebusan akan melalui proses peleraian (<i>Threshing</i>) untuk memisahkan buah dari tandan dalam dram peleraian. Dram merupakan bahagian utama peleraian yang akan berputar dan menjatuhkan buah sawit dari ketinggian maksimum bagi meleraikan buah sawit daripada tandan. Buah tandan kosong, <i>empty fruit bunches</i> (EFB) akan dipisahkan sebagai produk sampingan manakala buah akan dihantar ke mesin penghadaman dengan menggunakan <i>conveyer</i> . Lazimnya, EFB akan dipulangkan kepada pengusaha ladang untuk aplikasi atas tanah (<i>mulching</i>) sebagai gentian atau tambahan baja.
4.	Penghadaman (<i>Digestion</i>) 	Proses membebaskan minyak dari buah sawit dengan memisahkan isi buah sawit daripada biji sawit. Proses penghadaman berlaku dalam silinder yang dipanaskan dengan stim hingga ke suhu 90-95°C bagi tujuan melembutkan buah sawit. Pergerakan pisau dalam dram yang berputar akan menghancurkan buah sawit bagi memudahkan proses pemerahan.

NO.	PROSES	KETERANGAN
5.	Pemerahan (<i>Pressing</i>) 	<p>Buburan dari proses penghadaman akan dimasukkan ke dalam mesin pemerah bagi memerah minyak sawit mentah dan sisa pepejal (sabut dan biji sawit) melalui proses mampatan. Proses pemerahan dilakukan secara mekanikal dengan menggunakan pemerah hidrolik (<i>Hydraulic Press</i>) atau pemerah skru (<i>Screw Press</i>). Pemampatan dilakukan dalam sarang pemerah (<i>Press Cage</i>) dan minyak akan diperah di mana ia akan keluar melalui lubang-lubang kecil di sarang pemerah. Kandungan minyak, air dan bendasing lain akan melalui beberapa peringkat proses penapisan bagi penghasilan minyak kelapa sawit mentah. Manakala sisa pepejal, isi rung sawit akan melalui proses pemulihan isi rung (<i>Depericarper</i>).</p>
6.	Penapis Bergetar (<i>Vibrating Screen</i>) 	<p>Proses pengasingan bendasing seperti pasir, batu kerikil dan sabut daripada campuran minyak dan air. Terdapat dua jenis jaring yang berbeza saiz iaitu 20 mesh di bahagian atas dan 40 mesh di bahagian bawah. Pergerakan dan getaran dikawal oleh sebuah motor dan pemberat yang tidak seimbang.</p>
7.	Penjernihan (<i>Clarification</i>) 	<p>Campuran minyak, air dan bendasing akan dimasukkan ke dalam tangki pemendapan (<i>Vertical Clarifier</i>) bagi mengasingkan campuran cecair dan pepejal melalui kaedah pemendapan graviti (<i>Gravity settling</i>). Mendapan pepejal yang terhasil di dasar tangki akan dipindah ke dalam tangki enap cemar (<i>Sludge Tank</i>) manakala minyak mentah yang sudah terapung di atas akan di tapis ke tangki minyak tulen, (<i>Pure Oil Tank – POT</i>). Kemudian minyak dari POT akan disaring lagi menggunakan mesin pembersih (<i>Purifier</i>) sebelum ke pengering vakuum (<i>Vacuum Drier</i>) untuk membuang kelembapan pada minyak tersebut. Minyak sawit mentah yang terhasil ini kemudiannya akan disimpan dalam tangki-tangki penyimpanan.</p>

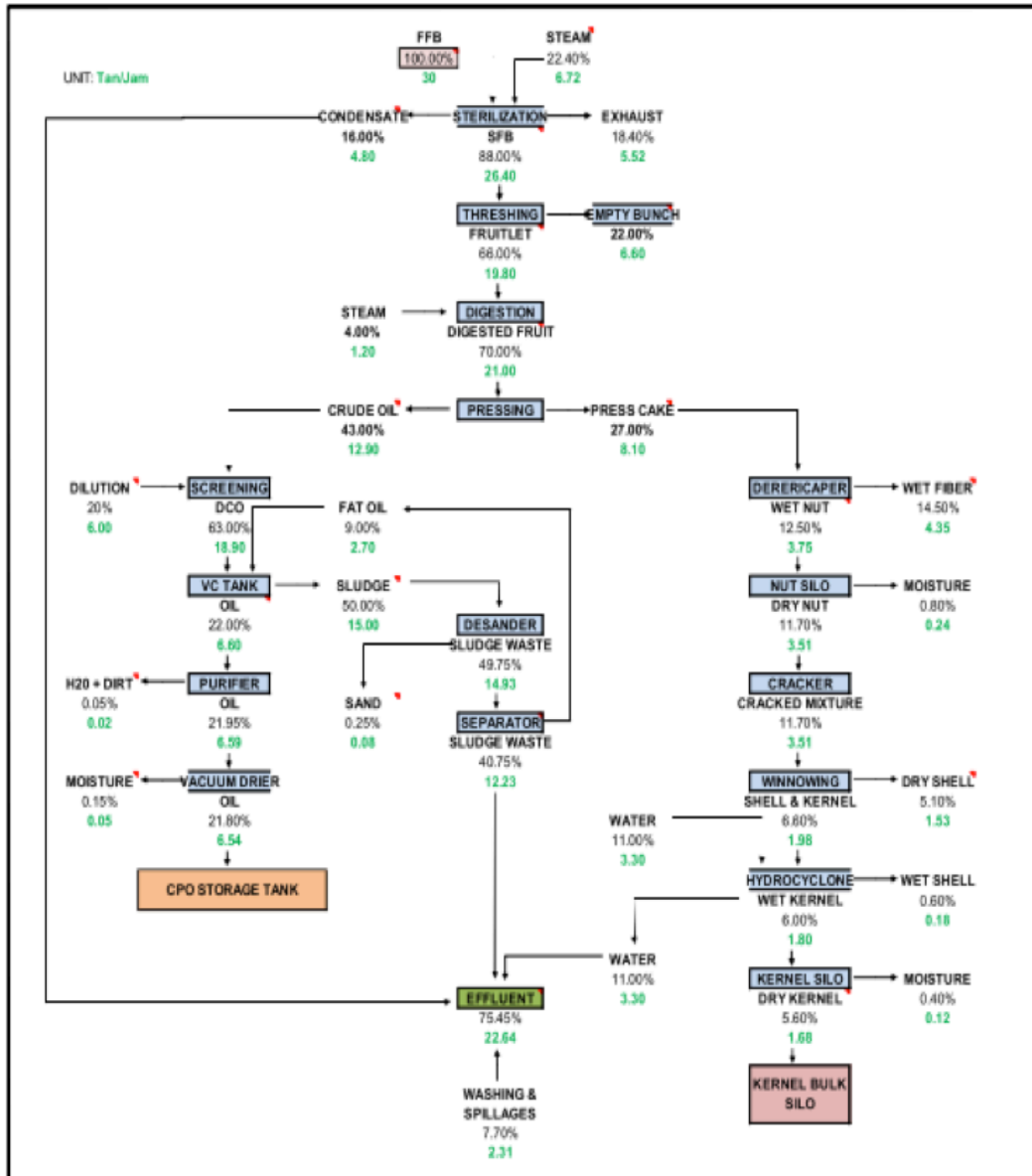
NO.	PROSES	KETERANGAN
8.	<p>Stesen Biji dan Kernel (<i>Nut and Kernel Plant</i>)</p> 	<p>Pada stesen ini dilakukan proses pengolahan terhadap kek dari hasil proses pengemparan; iaitu pemisahan (<i>mechanical separation</i>) antara sabut (<i>fibre</i>) dari biji (<i>nut</i>) melalui lorong pemisah lajur (<i>separating column</i>). Kemudian, proses pemecahan (<i>cracking</i>) dari biji akan dilakukan menerusi mesin pemecah biji (<i>nut cracker</i>). Biji yang sudah dipecahkan akan menghasilkan kulit biji sawit dan kernel yang kemudiannya akan dipisahkan menerusi mesin <i>winnower</i> iaitu pemisahan menggunakan angin. Seterusnya kulit biji sawit dan kernel yang masih belum dipisahkan akan melalui mesin pemisah menggunakan air yang dipanggil hydrocyclone. Biji-biji kernel kemudiannya akan melalui ruang pengeringan sebelum di hantar ke ruang penyimpanan kernel.</p>
9.	<p>Penyimpanan dan Penghantaran (<i>Storage and Despatch</i>)</p> 	<p>Tangki simpanan (<i>Storage Tank</i>) merupakan tangki untuk menyimpan minyak. Minyak dari tangki simpanan akan disalurkan ke lori tangki minyak dengan menggunakan pam. Lori minyak tersebut kemudiannya akan menghantar ke kilang penapisan (<i>refinery</i>) untuk proses seterusnya.</p>

5. IMBANGAN JISIM KILANG KELAPA SAWIT



Gambarajah 2 di bawah adalah imbangan jisim lazim bagi kilang kelapa sawit dengan kapasiti sebanyak 30 Tan FFB sejam.

Gambarajah 2: Imbangan Jisim Kilang Kelapa Sawit 30 Tan Sejam



6. ISU ALAM SEKITAR



Proses penghasilan minyak sawit mentah lazimnya menghasilkan sisa-sisa buangan seperti berikut:

- Kuantiti efluen air sisa yang banyak dan mengandungi jumlah kandungan organik yang tinggi;
- Asap dan emisi zarah udara;
- Bau; dan
- Bunyi

Isu alam sekitar bagi industri minyak kelapa sawit mentah adalah terutamanya berkaitan dengan:

- Pencemaran air disebabkan oleh pembuangan air sisa proses yang tidak dirawat atau separa dirawat;
- Penyimpanan sementara sisa pepejal yang tidak diurus dengan baik termasuk abu dandang stim, pepejal decanter, sisa peluntur bumi dan sisa pemisah enap cemar;
- Pencemaran udara daripada penggunaan sisa pepejal dandang stim dan pembakaran buah tandan kosong;
- Emisi bau disebabkan oleh pengurusan sistem rawatan efluen yang tidak baik; dan
- Pencemaran bunyi daripada proses pengilangan.

Kilang kelapa sawit lazimnya terletak berhampiran dengan sumber sungai di mana air sungai akan digunakan bagi operasi proses pengilangan terutamanya sebagai air suapan bagi dandang stim dan sebagai medium dalam proses pencairan di Bilik Minyak. Air sisa atau efluen daripada proses pengilangan ini dikenali sebagai efluen kilang kelapa sawit, *palm oil mill effluent (POME)*. POME ini akan dikumpul dalam kolam-kolam yang dibina bagi tujuan pengolahan efluen sebelum dilepaskan ke sungai semula. Walau bagaimana pun, kuantiti berlebihan POME yang tidak atau separa dirawat akan menyebabkan kekurangan kandungan oksigen dalam air yang mengundang bahaya kepada hidupan akuatik. Sebagai contoh, POME yang tidak dirawat bagi kilang kelapa sawit berkapasiti FFB 30 tan sejam, adalah mengandungi kandungan organik yang sama dengan air kumbahan domestik daripada 300,000 orang. Oleh sebab itu, POME yang tidak dirawat jika dilepaskan ke sungai bersaiz kecil akan memberi kesan yang serius kepada sistem eko semulajadi.

6.1 Kuantiti Dan Ciri-Ciri POME

Anggaran kasar penggunaan air dalam proses pengilangan minyak kelapa sawit mentah adalah sebanyak 1.5 m³ bagi setiap 1 tan buah tandan segar. POME yang terhasil daripada jumlah tersebut adalah lebih kurang 50% dan selebihnya hilang melalui stim dan *blowdown* dandang, juga daripada kebocoran paip, melalui basuhan tangki dan lain-lain.

Kilang kelapa sawit yang diurus dengan baik akan menghasilkan lebih kurang 2.5 m³ POME per tan minyak kelapa sawit mentah; atau 0.5 m³ per tan FFB. Walau bagaimana pun, purata nasional adalah 3.5 m³ POME per tan minyak kelapa sawit mentah; atau 0.7 m³ per tan FFB.[2]

POME adalah air sisa yang terhasil daripada sumber-sumber utama seperti pada **Jadual 2**. Parameter dan kandungan POME adalah seperti pada **Jadual 3**.[2]

Jadual 2: Sumber Utama POME

Bil.	Sumber POME	Kuantiti (%)
1.	Peluwap Pensteril (<i>Sterilizer Condensate</i>)	36
2.	Air sisa proses penjernihan (<i>Clarification</i>)	60
3.	Air sisa proses hidrosiklon (<i>Hydrocyclone</i>)	4

Jadual 3: Parameter dan Kandungan POME

Parameter	Purata	Julat
pH	4.2	3.4 – 5.2
Minyak & Gris, <i>Oil & Grease</i> (O&G)	6,000	150 - 18,000
<i>Biochemical Oxygen Demand</i> (BOD; 3-hari, 30°C)	25,000	10,000 – 44,000
<i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD)	50,000	16,000 – 100,000
Jumlah Pepejal, <i>Total Solids</i> (TS)	40,500	11,500 – 79,000
Pepejal Terampai, <i>Suspended Solids</i> (SS)	18,000	5,000 – 54,000
Jumlah Pepejal <i>Volatile</i> , <i>Total Volatile Solids</i> (TVS)	34,000	9,000 – 72,000
Nitrogen Ammonia, <i>Ammoniacal Nitrogen</i> (AN)	35	4 – 80
Jumlah Nitrogen, <i>Total Nitrogen</i> (TN)	750	80 – 1,400

Nota: Unit bagi semua parameter adalah dalam mg/l kecuali pH.

6.2 Emisi Dandang Stim

Penggunaan sisa pepejal sabut dan tempurung kelapa sawit sebagai bahan api dandang bagi penghasilan stim boleh menyebabkan berlakunya pengeluaran emisi asap hitam dan jelaga di cerobong dandang. Perkara ini berlaku kemungkinan disebabkan oleh kaedah kemasukan bahan api secara manual atau sistem suapan mekanikal yang kurang baik di mana akan memberi kesan kepada pembakaran bahan api yang tidak lengkap.

Pembakaran bahan api yang tidak lengkap biasanya disebabkan oleh faktor-faktor berikut:

- Keadaan *steady-state* dandang yang tidak stabil disebabkan oleh kaedah suapan secara manual;
- Kekurangan udara bagi pembakaran disebabkan oleh lebihan suapan;
- Pembentukan zon panas menyebabkan penjanaan tar;
- Kekurangan udara tambahan kedua bagi pembakaran penuh jelaga; dan
- Masa penempatan (*Residence time*) yang tidak cukup disebabkan oleh kuasa kipas sedutan (*Induced draught fan*) yang terlalu kuat.

7.

AMALAN PENCEGAHAN DAN KAWALAN PENCEMARAN



Sekitar tahun 70-an dan 80-an, industri minyak sawit mentah telah berkembang pesat namun membangkitkan kebimbangan kerajaan dan orang awam tentang kesan pencemaran air daripada pemprosesan minyak sawit mentah. Kerjasama melalui aktiviti penyelidikan di antara Jabatan Alam Sekitar dan Lembaga Minyak Sawit Malaysia telah diadakan bagi mengatasi masalah ini.

Pada tahun 90-an, tumpuan perhatian telah beralih kepada pemantauan kepada setiap proses yang terlibat di dalam pemprosesan minyak sawit mentah. Ini telah dilakukan menerusi amalan konsep pengeluaran bersih. Secara umum, terdapat empat (4) amalan pencegahan dan kawalan pencemaran iaitu;

- i. Pengurusan susun atur proses, keselamatan dan kawalan penghasilan sisa di dalam kilang pemprosesan kelapa sawit
- ii. Pra-rawatan efluen kilang kelapa sawit.
- iii. Rawatan biologi efluen kilang kelapa sawit.
- iv. Pengurusan kawalan pencemaran udara.

8. PENCEGAHAN PENCEMARAN DENGAN KAEDAH PENGELUARAN BERSIH



Setiap aktiviti pengilangan akan tertakluk kepada pematuhan perundangan yang berkaitan dengan alam sekitar dan tidak terkecuali bagi industri kilang kelapa sawit mentah. Dalam skop Amalan Industri Hijau, pengusaha kilang kelapa sawit perlu merujuk kepada sekurang-kurangnya dua akta penting yang berkaitan iaitu Akta Kualiti Alam Sekeliling 1974 (AKAS 1974) serta peraturan-peraturan di bawahnya yang dikuatkuasakan oleh Jabatan Alam Sekitar (JAS) dan Akta Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan 1994 yang dikuatkuasakan oleh Jabatan Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan (JKKP). Pencegahan pencemaran melalui pendekatan Pengeluaran Bersih adalah inisiatif oleh JAS sebagai salah satu strategi bagi membantu industri mematuhi akta-akta berkaitan.

9. AMALAN INDUSTRI HIJAU



Terdapat pelbagai opsyen amalan industri hijau yang berpotensi dikenal pasti boleh dilaksanakan di kilang minyak kelapa sawit mentah. Kaedah yang digunakan adalah melalui pendekatan Pengeluaran Bersih atau *Cleaner Production* (CP). Pengelasan opsyen CP dibuat berdasarkan kepada kos yang terlibat dalam melaksanakan opsyen tersebut. Opsyen CP yang berpotensi di bahagikan kepada empat kategori iaitu; opsyen tanpa kos ketara, opsyen kos rendah (Kos di bawah RM10,000), opsyen kos sederhana (Kos di antara RM10,001 hingga RM50,000) dan opsyen kos tinggi (Kos lebih daripada RM50,001).

9.1 Opsyen Tanpa Kos Ketara

Opsyen ini adalah aktiviti-aktiviti yang mudah dan boleh dilaksanakan dengan segera oleh pengusaha premis seperti pengubahsuaian tatasusun, penerapan amalan kerja 5S, penyelenggaraan asas mesin dan pengemaskinian sistem rekod dan fail. **Jadual 4** berikut adalah senarai opsyen-opsyen tanpa kos ketara yang boleh dilaksanakan oleh pengilang.

Jadual 4: Senarai Opsyen Tanpa Kos Ketara

Fokus	Huraian Masalah	Opsyen CP	Faedah
a) Rekod dan Fail	<ul style="list-style-type: none"> Maklumat dan data operasi sukar diperolehi. Analisa operasi semasa tidak dapat dilaksanakan. Asas utama penambahbaikan operasi tidak dapat ditentukan. Pencapaian dan faedah pelaksanaan opsyen CP tidak dapat ditentukan. 	<ul style="list-style-type: none"> Menyimpan semua rekod inventori mesin, alatan dan unit operasi. Mengemaskini rekod inventori peralatan baru. Menyimpan rekod penggunaan diesel dan bahan api lain. Merekod dan menyimpan fail kursus dan latihan pekerja. 	<ul style="list-style-type: none"> Data mudah diperolehi diperolehi Status operasi dapat ditentukan Nilai asas dapat ditentukan sebagai rujukan penambahbaikan. Faedah dan pencapaian pelaksanaan opsyen CP dapat ditentukan.
b) Kebersihan dan susun atur	<ul style="list-style-type: none"> Suasana dan persekitaran kerja yang tidak selamat dan tidak selesa. Pekerja terdedah kepada risiko kesihatan dan kemalangan. Produktiviti menurun Penurunan nilai produk akibat kualiti produk terjejas. 	<ul style="list-style-type: none"> Melaksanakan konsep amalan kerja 5S (Sisih, Susun, Sapu, Seragam dan Sentiasa Amal). Melantik pekerja atau penubuhan jawatan kuasa bertindak bagi memantau kebersihan kilang. Membangunkan jadual pembersihan kilang berkala mengikut kawasan, proses atau unit operasi. Mengenal pasti tempat atau proses pengilangan yang memerlukan lebih perhatian dari segi kebersihan dan kekemasan. Menyimpan atau mengasing barangan lusuh, produk sampingan lama dan bahan yang jarang 	<ul style="list-style-type: none"> Suasana dan persekitaran kerja yang selamat dan selesa.

Fokus	Huraian Masalah	Opsyen CP	Faedah
		<p>digunakan di satu kawasan khas. Tempat tersebut mestilah terasing daripada kawasan pengilangan.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Meletak tong sampah di kawasan-kawasan strategik di dalam kilang. • Meletak papan tanda atau label berkaitan kebersihan premis. • Memastikan kebersihan tandas diselenggara dengan baik untuk kesejahteraan pekerja. 	
c) Dandang Stim	<ul style="list-style-type: none"> • Operasi dandang tidak berterusan • Kekurangan kerosakan peralatan dandang. • Risiko kemalangan di kawasan dandang. 	<ul style="list-style-type: none"> • Melantik pekerja khas yang bertanggung jawab ke atas operasi dandang. • Memantau suhu bekalan stim mengikut suhu yang telah ditetapkan. • Menjalankan penyelenggaraan berkala ke atas setiap mesin dan alatan dandang. • Menyediakan manual operasi dandang. • Mengemaskini pendawaian elektrik di dandang supaya lebih kemas dan teratur. 	<ul style="list-style-type: none"> • Memastikan operasi dandang lancar dan tidak mengganggu operasi kilang. • Mengurangkan risiko kemalangan.
d) Pembangunan Modal Insan	<ul style="list-style-type: none"> • Pekerja kurang terlatih. • Penyelenggaraan mesin dan pembaikan 	<ul style="list-style-type: none"> • Menghantar pekerja bahagian operasi kilang mengikut latihan kemahiran. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mesin dan peralatan sentiasa dalam keadaan yang terbaik dan dapat meningkatkan produktiviti syarikat.

Fokus	Huraian Masalah	Opsyen CP	Faedah
	<p>kerusakan dilakukan oleh pekerja separuh mahir.</p> <ul style="list-style-type: none"> Kurang kesedaran tentang keselamatan dan kesihatan pekerja. 	<p>pengendalian mesin dan kenderaan</p> <ul style="list-style-type: none"> Menghantar pekerja terpilih mengikuti latihan kemahiran pengendalian elektrik. Menghantar pekerja terpilih mengikuti seminar atau latihan asas amalan Industri Hijau. Menghantar pekerja terpilih mengikuti seminar atau kursus berkaitan kecekapan penggunaan tenaga. Menjalankan aktiviti latihan fire drill dan pencegahan kebakaran. 	<ul style="list-style-type: none"> Aspek keselamatan kesihatan pekerja terjamin.

9.2 Opsyen Kos Rendah (Kurang Daripada RM10,000)

Jadual 5: Senarai Opsyen Kos Rendah

Fokus	Huraian Masalah	Opsyen CP	Faedah
a) Lampu di kawasan operasi kilang	<p>Kebanyakan lampu yang digunakan adalah daripada jenis lampu kalimantang (<i>Fluorescence</i>). Kebiasaannya operasi premis adalah dalam 10-12 jam sehari. Lampu jenis ini banyak menggunakan tenaga elektrik jika digunakan untuk jangka masa yang lama.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Menggantikan lampu sedia ada dengan jenis LED. Lampu LED memerlukan jumlah tenaga yang sedikit bagi kecerahan yang sama dengan lampu kalimantang. 	<ul style="list-style-type: none"> Penjimatan tenaga elektrik bagi tempoh operasi kilang yang sama. Tempoh kadar hayat lampu yang lebih lama. Keperluan penyelenggaraan yang minima.

Fokus	Huraian Masalah	Opsyen CP	Faedah
b) Injap keselamatan dandang stim	Injap keselamatan (<i>safety valve</i>) pada paip stim air dibuka secara manual. Pekerja terdedah kepada risiko bahaya ketika menutup atau membuka injap wap air.	<ul style="list-style-type: none"> Ganti dengan injap yang beroperasi secara automatik bagi menggantikan kaedah membuka injap secara manual. 	<ul style="list-style-type: none"> Dandang boleh beroperasi pada prestasi yang optima. Meningkatkan tahap keselamatan di tempat kerja.
c) Paip pengagihan stim ke proses	Tiada penebat haba pada sebahagian permukaan paip masuk dan keluar akan mengakibatkan kehilangan haba ke persekitaran. Risiko kepada pekerja kerana terdedah kepada haba panas.	<ul style="list-style-type: none"> Balut permukaan paip stim dengan penebat haba supaya haba tidak terlepas ke persekitaran. 	<ul style="list-style-type: none"> Penjimatan bahan api ke atas operasi dandang stim. Kawalan suhu yang lebih mudah. Meningkatkan tahap keselamatan di tempat kerja.
d) Paip pengagihan udara termampat	Kebocoran pada paip pengagihan udara termampat akan menyebabkan tekanan udara turun dan pemampat akan lebih kerap beroperasi. Pemampat merupakan peralatan yang menggunakan tenaga elektrik yang tinggi.	<ul style="list-style-type: none"> Baik pulih dan pantau kebocoran paip pengagihan udara termampat secara berkala. 	<ul style="list-style-type: none"> Penjimatan penggunaan elektrik. Meningkatkan kadar hayat mesin pemampat. Mengurangkan beban operasi mesin pemampat dan meningkatkan jangka hayat mesin.

9.3 Opsyen Kos Sederhana (RM10,001 hingga RM50,000)

Jadual 6: Senarai Opsyen Kos Sederhana

Fokus	Huraian Masalah	Opsyen CP	Faedah
a) Sistem 'blowdown' dandang stim	<ul style="list-style-type: none"> 'Blowdown' adalah aktiviti pelepasan keluar stim dari dandang melalui injap kawalan bagi mengeluarkan bendasing yang terkumpul di dalam tiub dandang. Operasi dijalankan secara manual oleh operator dandang. Injap <i>blowdown</i> dibuka secara berkala mengikut jadual. 	<ul style="list-style-type: none"> Kawal pembukaan injap <i>blowdown</i> secara automatik. 	<ul style="list-style-type: none"> Memperbaiki kecekapan dandang stim. Operasi bukaan injap <i>blowdown</i> yang lebih konsisten. Mengelakkan permukaan dram dandang daripada karat (<i>scaling</i>).
b) Alat perangkap stim	<ul style="list-style-type: none"> Paip perangkap stim tidak berfungsi dan rosak. Keadaan ini boleh menyebabkan kehilangan stim berkualiti ke persekitaran. 	<ul style="list-style-type: none"> Pantau dan periksa setiap alat perangkap stim. Ganti atau baik pulih perangkap stim yang tidak berfungsi dan rosak. 	<ul style="list-style-type: none"> Penjimatan bahan api ke atas operasi dandang stim.
c) Kadar buah tidak terlerai (unstrip bunches - USB) yang tidak konsisten	<ul style="list-style-type: none"> Kadar USB yang tinggi perlu melalui semula proses penyucihama. Gangguan kepada keseluruhan <i>throughput</i> operasi kilang. 	<ul style="list-style-type: none"> Pemasangan sensor infrared di tangki penerimaan tandan sawit yang telah dimasak sebelum masuk ke dalam mesin peleraian. Kawalan secara automatik daripada lambakan tandan sawit masak dalam tangki penerimaan di proses peleraian. 	<ul style="list-style-type: none"> Kadar USB dapat dikurangkan. Peningkatan kuantiti penghasilan minyak sawit mentah.

9.4 Opsyen Kos Tinggi (Lebih daripada RM50,001)

Jadual 7: Senarai Opsyen Kos Tinggi

Fokus	Huraian Masalah	Opsyen CP	Faedah
a) Proses pra-pemanasan air suapan dandang	<ul style="list-style-type: none"> Dearator pada sistem dandang digunakan untuk meningkatkan suhu air sebelum masuk ke dalam dandang pada suatu suhu yang optima (70-100°C). Perkara ini bagi mengurangkan beban operasi kepada sistem dandang bagi mencapai tahap didih air. Dandang masih menyalurkan stim kepada dearator dimana ini akan menambah beban kepada dandang. 	<ul style="list-style-type: none"> Penggunaan sistem solar termal (<i>Solar thermal system</i>) untuk menghasilkan air panas bagi proses peningkatan suhu air sebelum masuk ke dandang. 	<ul style="list-style-type: none"> Penggunaan sistem solar termal adalah salah satu inisiatif penggunaan tenaga hijau. Pengurangan penggunaan bahan api bagi pembakaran sistem dandang.
b) Suhu gas panas (Flue gas) yang dilepaskan melalui cerobong asap	<ul style="list-style-type: none"> Suhu gas yang dilepas boleh mencecah sehingga 300°C. Kehilangan haba yang ketara akan mengurangkan kecekapan dandang stim. Menyebabkan penggunaan bahan api dandang; sabut dan tempurung sawit yang lebih banyak. 	<ul style="list-style-type: none"> Penggunaan semula haba panas bagi operasi dandang stim seperti sebagai pengering bahan api, pemanas air suapan dandang atau pemanas udara bagi proses pembakaran bahan api. 	<ul style="list-style-type: none"> Memperbaiki kecekapan dandang stim. Pengurangan penggunaan bahan api bagi pembakaran sistem dandang.
c) Pelepasan luwapan pensteril ke takungan selepas pelepasan akhir efluen	<ul style="list-style-type: none"> Luwapan pensteril adalah sisa campuran minyak dan air yang terpeluwap selepas proses pensterilan. 	<ul style="list-style-type: none"> Membina ruang takungan berhampiran dengan mesin pensteril supaya aliran keluar luwapan pensteril dapat dikawal dengan segera. 	<ul style="list-style-type: none"> Perolehan semula kualiti minyak luwapan yang lebih baik. Mengurangkan kuantiti minyak yang dilepaskan ke kolam POME.

Fokus	Huraian Masalah	Opsyen CP	Faedah
	<ul style="list-style-type: none"> Ruang takungan pengumpulan terletak jauh daripada mesin pensteril di kawasan pelepasan akhir efluen. Kemungkinan peningkatan pencemaran bendasing luar yang menyukarkan proses perolehan semula minyak luwapan. 	<ul style="list-style-type: none"> Kadar asid lemak bebas, Free fatty acid (FFA) akan meningkat menyebabkan mutu minyak luwapan yang diperolehi semula kurang baik. 	
<p>d) Lebihan sisa minyak yang tidak dapat diasingkan daripada campuran emulsi dalam Tangki Clarifier.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Masih terdapat lebihan baki minyak mentah akan terlepas sebagai efluen. Proses pengasingan yang lama. Beban tambahan bagi proses pengasingan mekanikal di mesin centrifuge. 	<ul style="list-style-type: none"> Pemasangan sistem Megasonic melalui kaedah yang dapat mempertingkatkan proses pengasingan minyak mentah daripada campuran emulsi. Sistem ini menggunakan kaedah gelombang ultrasonic di mana ia mampu mengasingkan partikel yang berbeza ketumpatan dengan kadar yang lebih cepat dan banyak berbanding proses pemisahan secara graviti. 	<ul style="list-style-type: none"> Mempercepatkan proses pengasingan dan mempertingkatkan kuantiti minyak. Mengurangkan beban (load) semasa proses pengasingan mekanikal di mesin pengempar (Centrifuge). Mengurangkan beban <i>bio-chemical oxygen demand</i> (BOD) pada efluen.

10. PELAKSANAAN OPSYEN PENGELUARAN BERSIH (CP)



10.1 Program Latihan Amalan Industri Hijau

Salah satu skop dalam pelaksanaan projek ini adalah penyediaan latihan kepada kakitangan dan pekerja KKS Tanah Merah tentang konsep Amalan Industri Hijau melalui kaedah Pengeluaran Bersih atau *cleaner production* (CP). Di samping itu penekanan juga diberikan kepada amalan 5S. Program telah berlangsung selama 2 hari iaitu pada 8 dan 9 Ogos 2019 dengan di hadiri oleh 12 orang kakitangan dan pekerja KKS tanah Merah.

Melalui program ini pekerja didedahkan dengan pengetahuan tentang konsep Pengeluaran Bersih dan diberi peluang untuk mengetengahkan idea pelaksanaan konsep Pengeluaran Bersih secara berkumpulan. Program latihan ini berjaya mencapai matlamatnya dimana kakitangan dan pekerja memahami konsep Pengeluaran Bersih dan mampu mencadangkan banyak idea-idea Pengeluaran Bersih yang baik.



Gambar Peserta dan kakitangan KKS Tanah Merah di bilik seminar



Gambar Peserta dan tenaga pengajar di lapangan

10.2 Pemasangan Sistem Automatik *Blowdown* Dandang Stim

Proses *blowdown* adalah aktiviti pelepasan keluar stim dari dandang melalui injap kawalan secara berkala untuk mengeluarkan bendasing yang terkumpul di dalam tiub dandang. Tanpa aktiviti ini, pengumpulan bendasing di dalam tiub dandang akan meningkat dan menyebabkan terbentuknya kerak (*Scaling*) di dalam tiub dan akan mengurangkan keberkesanan penghasilan stim. Lazimnya kawalan sedia ada pembukaan injap *blowdown* bagi dandang di kilang minyak kelapa sawit mentah adalah secara manual dikawal oleh operator dandang. Kekerapan proses *blowdown* perlu dibuat dengan lebih kerap bagi mengawal kualiti air dalam dandang mengikut spesifikasi yang dikehendaki.

Pemasangan sistem automatik kawalan injap *blowdown* dapat memberi kelebihan dalam mengawal keberkesanan dandang berbanding kawalan secara manual. Dengan penggunaan sistem automatik ini, kualiti air dalam dandang boleh dipantau dengan lebih konsisten dan seterusnya dapat mengelak pengumpulan bendasing yang akan menyebabkan hakisan dan karat kepada dandang stim.

Salah satu opsyen CP yang telah dilaksanakan di bawah projek demonstrasi Amalan Industri Hijau bagi Kilang Minyak Kelapa Sawit Mentah adalah menggantikan enam unit injap *blowdown header* yang diubah kepada sistem automatik. Tujuan opsyen CP ini ialah untuk meningkatkan kecekapan operasi dandang dan secara umumnya dapat meningkatkan pematuhan pelepasan cerobong. Diantara komponen yang dipasang adalah seperti pada **Jadual 8** di bawah.

Jadual 8: Spesifikasi sistem automatik *blowdown*

Bil.	Item	Bilangan Unit
1.	<i>Auto blowdown valve</i>	6
2.	<i>Globe valve, flanged end</i>	12
3.	<i>Flanges</i>	12
4.	<i>Program Logic Controller (PLC)</i>	1
5.	<i>LCD touch panel</i>	1
6.	<i>Micro mist separator</i>	3
7.	<i>Control panel</i>	1

10.3 Pembinaan Takungan Luwapan Pensteril (Strilizer Condensate)

Objektif cadangan pembinaan ruang takungan berhampiran dengan mesin pensterilan adalah supaya aliran keluar luwapan pensteril (LP) dapat dikawal dengan segera dan kualiti minyak perolehan semula luwapan dapat dipertingkatkan. Pada asal pembinaan kilang, lokasi ruang takungan adalah terletak jauh daripada mesin pensterilan di kawasan pelepasan akhir efluen. Keadaan ini akan menyebabkan peningkatan pencemaran bendasing yang akan menyukarkan proses perolehan semula minyak di dalam luwapan. Lokasi yang jauh juga akan meningkatkan tempoh masa pemerolehan semula minyak luwapan yang akan meningkatkan kadar kandungan asid lemak bebas (FFA) dan seterusnya mempengaruhi kualiti minyak luwapan yang diperolehi.

Selain daripada itu pembinaan ruang takungan berhampiran dengan mesin pensterilan adalah supaya kuantiti dan kualiti LP dapat dioptimumkan dari segi kandungan minyak mentah bagi perolehan semula.

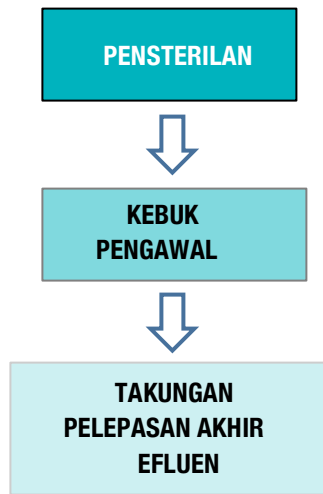
LP adalah sisa campuran minyak dan air yang terpeluwap selepas proses pensterilan. Anggaran kuantiti LP yang terhasil adalah sebanyak lebih kurang 16% daripada kapasiti buah tandan segar, FFB yang diproses. **Jadual 9** di bawah adalah anggaran jumlah LP yang dijana bagi kilang kelapa sawit berkapasiti 30 Tan FFB sejam.

Jadual 9: Anggaran Jumlah Luwapan Pensteril

Bil.	Item	Unit	Jumlah
1.	Kapasiti FFB	Tan/Jam	30
		Tan/hari	540
2.	Luwapan Pensteril	Tan/hari	86.4

Nota: Anggaran tempoh operasi kilang adalah 18 jam/hari

Amalan sedia ada proses di kilang adalah, LP yang dijana daripada mesin pensteril akan mengalir keluar ke satu tangki kebuk pengawal aliran LP bagi mengurangkan mengawal halaju aliran LP sebelum masuk ke dalam longkang aliran terus ke ruang takungan pelepasan akhir efluen. Lakaran proses aliran semasa LP dari proses pensterilan sehingga ke takungan pelepasan akhir efluen adalah seperti **Gambarajah 3** di bawah.



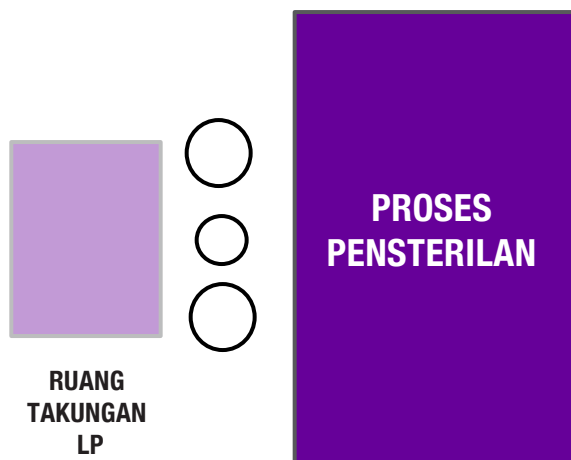
Gambarajah 3: Proses aliran semasa luwapan pensteril

Cadangan pembinaan ruang takungan LP berhampiran mesin pensteril adalah bertujuan supaya kandungan minyak dalam LP dapat diperoleh dengan kualiti yang dikehendaki dengan cara perolehan semula di proses saringan minyak sawit. Ruang takungan ini adalah bertindak sebagai ruang takungan sementara sebelum LP mengalir ke ruang takungan akhir efluen. Lakaran proses aliran LP selepas pembinaan ruang takungan tersebut adalah seperti **Gambarajah 4** di bawah.



Gambarajah 4: Proses aliran LP selepas tambahan ruang takungan baru

Cadangan ruang takungan LP baru ini akan dibina di bawah aras tanah di kawasan lapang berhadapan dengan zon proses pensterilan. **Gambarajah 5** di bawah adalah lakaran lokasi cadangan pembinaan ruang takungan LP tersebut.



Gambarajah 5: Lakaran lokasi cadangan ruang takungan LP

Jadual 10 berikut adalah senarai unit operasi komponen dan maklumat ringkas turutan operasi bagi takungan LP.

Jadual 10: Spesifikasi komponen takungan LP

Komponen	Maklumat																
Takungan LP	LP yang dilepaskan dari kebuk pengawal akan dikumpulkan di dalam takungan LP bagi membolehkan sebahagian minyak dapat dimasukkan kembali ke dalam proses kilang.																
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Perkara</th> <th>Maklumat</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Kapasiti Takungan LP</td> <td>34 m³</td> </tr> <tr> <td>Masa Penahanan</td> <td>7 jam</td> </tr> <tr> <td>Tinggi</td> <td>2906 mm</td> </tr> <tr> <td>Lebar</td> <td>3152 mm</td> </tr> <tr> <td>Panjang</td> <td>5152 mm</td> </tr> <tr> <td>Bahan binaan</td> <td>6 inci konkrit dengan BRC</td> </tr> <tr> <td>Jumlah petak</td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table>	Perkara	Maklumat	Kapasiti Takungan LP	34 m ³	Masa Penahanan	7 jam	Tinggi	2906 mm	Lebar	3152 mm	Panjang	5152 mm	Bahan binaan	6 inci konkrit dengan BRC	Jumlah petak	2
Perkara	Maklumat																
Kapasiti Takungan LP	34 m ³																
Masa Penahanan	7 jam																
Tinggi	2906 mm																
Lebar	3152 mm																
Panjang	5152 mm																
Bahan binaan	6 inci konkrit dengan BRC																
Jumlah petak	2																

Pam Pemindah	Menyalurkan LP ke tangki enap cemar.	
	Perkara	Maklumat
	Model Pam	SEK 50
	Kapasiti Maksima Pam	245 m3/jam
	Kapasiti Motor	4 kW
Jumlah Unit	2	
Tangki Self Priming	Membantu pam pemindah untuk mengepam air sebelum operasi pam bermula.	

11. PENUTUP



Amalan Industri Hijau melalui pendekatan pengeluaran bersih adalah kaedah yang diguna pakai bagi mengurangkan bahan buangan dan juga perlepasan pencemaran di peringkat awal. Ia bertujuan untuk mengenal pasti punca yang menjadi penyumbang kepada pencemaran dari proses industri yang dijalankan dan kemudian memperkenalkan langkah-langkah yang perlu diambil untuk mengurangkan pencemaran tersebut.

Opsyen pengeluaran bersih seperti yang dicadangkan di **seksyen 9.0** amat berguna dan perlu diterapkan dalam kilang minyak kelapa sawit mentah bagi memastikan operasi yang dijalankan di kilang mematuhi akta-akta alam sekitar dan juga akta-akta lain yang berkaitan. Selain daripada itu, pihak kilang juga dapat menikmati penjimatan kos hasil daripada pengurangan penggunaan sumber bahan mentah dan bahan api.

Pelbagai faedah lain yang boleh diperolehi oleh pengilang menerusi amalan pengeluaran bersih termasuk mewujudkan persekitaran kilang yang lebih bersih, selamat dan teratur kepada pekerja dan secara langsung terhadap peningkatan produktiviti.

SENARAI SEMAK

Pelaksanaan Amalan Industri Hijau Bagi Kilang Minyak Kelapa Sawit Mentah

BIL.	OPSYEN/ LANGKAH PELAKSANAAN	STATUS PELAKSANAAN (/) TELAH DILAKSANAKAN (X) BELUM DILAKSANAKAN	KOMEN/CADANGAN PENAMBAHBAIKAN
1.	Opsyen tanpa kos ketara		
	a. Rekod dan Fail		
	i. Menyimpan semua rekod inventori mesin, alatan dan unit operasi.		
	ii. Menyimpan rekod penggunaan elektrik, diesel dan bahan api lain.		
	iii. Merekod dan menyimpan fail kursus dan latihan pekerja.		
	iv. Merekod pemberian peralatan perlindungan keselamatan (PPE) kepada pekerja		
	b. Kebersihan dan susun atur		
	i. Melaksanakan konsep amalan kerja 5S (Sisih, Susun, Sapu, Seragam dan Sentiasa Amal).		
	ii. Melantik pekerja atau penubuhan jawatan kuasa bertindak bagi memantau kebersihan kilang.		
	iii. Membangunkan jadual pembersihan kilang berkala mengikut kawasan, proses atau unit operasi.		
	iv. Membangunkan jadual pembersihan kilang berkala mengikut kawasan, proses atau unit operasi.		
	v. Mengenal pasti tempat atau proses pengilangan yang memerlukan lebih perhatian dari segi kebersihan dan kekemasan.		

BIL.	OPSYEN/ LANGKAH PELAKSANAAN	STATUS PELAKSANAAN (/) TELAH DILAKSANAKAN (X) BELUM DILAKSANAKAN	KOMEN/CADANGAN PENAMBAHBAIKAN
	vi. Mengasingkan ruang kerja basah dan kering supaya dapat mengawal penghasilan sisa effluen dan menjaga kebersihan tempat kerja.		
	vii. Menyimpan atau mengasing barangan lusuh, produk sampingan lama dan bahan yang jarang digunakan di satu kawasan khas. Tempat tersebut mestilah terasing daripada kawasan pengilangan.		
	viii. Meletak tong sampah di kawasan-kawasan strategik di dalam kilang.		
	ix. Meletak papan tanda atau label berkaitan kebersihan premis.		
	x. Memastikan kebersihan tandas diselenggara dengan baik untuk keselesaan pekerja.		
c. Dandang Stim			
	i. Melantik pekerja khas yang bertanggung jawab ke atas operasi dandang.		
	ii. Memantau suhu bekalan stim mengikut suhu yang telah ditetapkan.		
	iii. Menjalankan penyelenggaraan berkala ke atas setiap mesin dan alatan dandang.		
	iv. Menyediakan manual operasi dandang.		
	v. Mengemaskini pendawaian elektrik di dandang supaya lebih kemas dan teratur.		

BIL.	OPSYEN/ LANGKAH PELAKSANAAN	STATUS PELAKSANAAN (/) TELAH DILAKSANAKAN (X) BELUM DILAKSANAKAN	KOMEN/CADANGAN PENAMBAHBAIKAN
d. Mesin dan alatan			
	i. Membangunkan <i>Standard Operating Procedures</i> (SOP) setiap proses dan <i>Working Instruction</i> (WI) pengendalian mesin utama.		
	ii. Memastikan setiap alatan pengukuran seperti jangkasuhu, alat pengukur kandungan air dan penimbang dikalibrasi mengikut ketetapan yang telah ditentukan.		
	iii. Selenggara alatan motor, pam, pemampat udara, <i>chiller</i> , dan <i>blower</i> secara berkala. Ganti barangan yang telah haus dan lusuh.		
	iv. Memastikan hanya pekerja yang kompeten sahaja menjalankan penyelenggaraan mesin.		
e. Keselamatan dan Kesihatan Pekerja			
	i. Melantik pekerja atau jawatan kuasa khas bagi pemantauan keselamatan dan kesihatan pekerjaan.		
	ii. Meletak papan tanda amaran keselamatan di tempat-tempat strategik seperti bilik suis elektrik, sistem saluran <i>conveyor</i> dan mesin bergerak.		
	iii. Meletak papan tanda pemakaian peralatan perlindungan keselamatan; <i>personal protective equipment</i> (PPE).		

BIL.	OPSYEN/ LANGKAH PELAKSANAAN	STATUS PELAKSANAAN (/) TELAH DILAKSANAKAN (X) BELUM DILAKSANAKAN	KOMEN/CADANGAN PENAMBAHBAIKAN
	iv. Meletak tanda amaran atau label pada mesin/alatan yang bersuhu tinggi seperti paip dandang stim.		
	v. Meletak alat pencegahan kebakaran dan memasang sistem penggera amaran kebakaran di tempat-tempat strategik.		
	vi. Meletak garis batas (<i>Demarcation line</i>) ruang pejalan kaki dan melabel setiap tempat pemprosesan ayam.		
f. Pembangunan modal insan			
	i. Menghantar pekerja bahagian operasi kilang mengikuti latihan kemahiran pengendalian mesin dan kenderaan.		
	ii. Menghantar pekerja terpilih mengikuti latihan kemahiran pengendalian elektrik.		
	iii. Menghantar pekerja terpilih mengikuti seminar atau latihan asas AIH.		
	iv. Menghantar pekerja terpilih mengikuti seminar atau kursus berkaitan kecekapan penggunaan tenaga.		
	v. Menyediakan latihan penggunaan PPE kepada pekerja bahagian operasi.		

Senarai Rujukan



1. Malaysian Palm Oil Council (MPOC). (2019) *Malaysian Palm Oil Industry*. Akses 1 Ogos, 2019, <<http://mpoc.org.my/malaysian-palm-oil-industry/>>
2. Department of Environment. (1999) *Industrial Processes & The Environment (Handbook No. 3): Crude Palm Oil Industry*. Kuala Lumpur: Department of Environment.
3. Jabatan Alam Sekitar Malaysia. (2017) *Laporan Audit Industri Hijau Melalui Konsep Pengeluaran Bersih (CP) Ke Atas Kilang Kelapa Sawit Mentah*. Putrajaya: Jabatan Alam Sekitar Malaysia.
4. Kramandita, R., Bantacut, T., Romli, M., Makmoen, M. (2014) Utilization of Palm Oil Mills Wastes as Source of Energy and Water in the Production Process of Crude Palm Oil. *Chemistry and Materials Research*, 6(8), 46-53.
5. Mamat, R., Abdul Aziz, A., Mohamed Halim, R. (2017) Waste Minimisation for Palm Oil Mills: A Case Study. *Palm Oil Engineering Bulletin*, No. 122, 29-41.

Senarai Ringkasan Kata



- | | |
|---------------------|--|
| 1. AIH | Amalan Industri Hijau |
| 2. AKAS 1974 | Akta Kualiti Alam Sekeliling, 1974 |
| 3. AN | Nitrogen Ammonia (<i>Ammoniacal Nitrogen</i>) |
| 4. BOD | <i>Biochemical Oxygen Demand (3-hari, 30°C)</i> |
| 5. BRC | <i>British Reinforced Concrete</i> |
| 6. COD | <i>Chemical Oxygen Demand</i> |
| 7. CP | Pengeluaran Bersih (<i>Cleaner Production</i>) |
| 8. EFB | Buah Tandan Kosong (<i>Empty Fruit Bunches</i>) |
| 9. FFA | Asid lemak bebas (<i>Free Fatty Acid</i>) |
| 10. FFB | Buah Tandan Segar (<i>Fresh Fruit Bunches</i>) |
| 11. JAS | Jabatan Alam Sekitar |
| 12. JKKP | Jabatan Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan |
| 13. O&G | Minyak & Gris (<i>Oil & Grease</i>) |
| 14. POME | Efluen kilang kelapa sawit (<i>Palm oil mill effluent</i>) |
| 15. POT | Tangki minyak tulen (<i>Pure Oil Tank</i>) |

- | | |
|----------------|--|
| 16. SS | Pepejal terampai (<i>Suspended Solids</i>) |
| 17. TN | Jumlah Nitrogen (<i>Total Nitrogen</i>) |
| 18. TS | Jumlah pepejal (<i>Total solids</i>) |
| 19. TVS | Jumlah pepejal terpeluwap (<i>Total Volatile Solids</i>) |
| 20. USB | Buah tidak terlerai (<i>Unstrip Bunches</i>) |