

# PENENTUAN INTERVAL WAKTU PENAMBAHAN $\text{CaCO}_3$ PADA CLAYBATH UNTUK MEMINIMALKAN LOSSES KERNEL DI PERDANA MILL

Rahmat Fitrah Atma Surandi Sinulingga<sup>1\*</sup>, Asep Yunta Darma<sup>1</sup>, Lia Laila<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknologi Pengolahan Sawit, Institut Teknologi Sains Bandung, Indonesia

**Abstrak.** Salah satu proses pengolahan kelapa sawit terjadi di *claybath* pada stasiun *nut* dan kernel. *Claybath* berfungsi sebagai pemisah antara cangkang dan kernel, prinsip yang digunakan untuk pemisahan cangkang dan kernel pada *claybath* ini yakni memisahkan dua material yang berbeda dengan perbedaan massa jenisnya dengan menggunakan air ( $\text{H}_2\text{O}$ ) yang dicampur dengan Kalsium Karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ). Inti sawit (kernel) memiliki massa jenis 1,06-1,09  $\text{g/cm}^3$  sedangkan cangkang (*shell*) memiliki massa jenis 1,25-1,45  $\text{g/cm}^3$ . Penambahan kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) biasa dilakukan dengan *interval* waktu 60 menit sekali (1 jam sekali) dengan jumlah kalsium karbonat yang ditambahkan adalah 50 kg/jam. Pada *interval* waktu yang digunakan dalam penambahan kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) saat ini jumlah kehilangan kernel (*losses* kernel) sedikit lebih tinggi dari yang ditargetkan, oleh karena itu diperlukan penyesuaian lagi terhadap penentuan *interval* waktu untuk penambahan kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ). Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah observasi langsung dimana pengambilan data dilakukan secara langsung terhadap objek tempat penelitian kemudian setelah dilakukan pengambilan data, data tersebut dianalisis untuk mendapatkan hasilnya. Dari hasil analisis diketahui bahwa dalam *interval* waktu 40 menit, jumlah kernel *losses* lebih sedikit dibandingkan dengan *interval* waktu 60 menit, Ketika SG larutan 1,12 *losses* kernel mulai muncul dan terdapat *saving cost* Rp. 365.250 /hari Ketika menggunakan *interval* waktu 40 menit sekali.

**KATA KUNCI :** *Claybath*, kalsium karbonat,  $\text{CaCO}_3$ , *losses* kernel, massa jenis, *Specific Gravity*.

## I. PENDAHULUAN

Salah satu proses pengolahan kelapa sawit terjadi di *claybath* pada stasiun *nut* dan kernel. *Claybath* berfungsi sebagai pemisah antara cangkang dan kernel, prinsip yang digunakan untuk pemisahan cangkang dan kernel pada *claybath* ini yakni memisahkan dua material yang berbeda dengan perbedaan massa jenisnya dengan menggunakan air ( $\text{H}_2\text{O}$ ) yang dicampur dengan Kalsium Karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ). Inti sawit (kernel) memiliki massa jenis

1,06-1,09  $\text{g/cm}^3$ , sedangkan cangkang (*shell*) memiliki massa jenis 1,25-1,45  $\text{g/cm}^3$  [2]. Oleh karena itu kadar massa jenis larutan kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) harus berada antara massa jenis inti sawit (kernel) dan cangkang (*shell*). Jika massa jenis kalsium karbonat lebih rendah dari massa jenis inti sawit, maka resiko kehilangan kernel (*kernel losses*) akan meningkat, dan jika massa jenis larutan kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) lebih tinggi dari massa jenis cangkang, maka cangkang akan ikut mengapung juga Bersama dengan inti sawit.

Oleh karena itu diperlukan diperlukan sebuah alat untuk mengukur massa jenis larutan kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) guna mengetahui dan kemudian menambahkan kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) apabila nilai massa jenis dari larutan  $\text{CaCO}_3$  pada *claybath* berkurang. Pada Pabrik Kelapa Sawit (PKS) terdapat alat untuk mengukur massa jenis larutan  $\text{CaCO}_3$  yaitu SG Meter. Alat inilah yang biasa digunakan para operator untuk mengukur massa jenis larutan  $\text{CaCO}_3$  pada *claybath* secara manual agar dapat mengontrol massa jenis larutan  $\text{CaCO}_3$  tersebut sesuai dengan ketentuan.

Sesuai dengan Standart Operasional Prosedur, para operator menambahkan kadar kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) setiap 1 jam sekali<sup>[1]</sup>. Pada saat pengecakan massa jenis larutan kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) pada 1 jam sekali nilai massa jenis sudah berada dibawah massa jenis inti sawit yang menyebabkan kernel ikut tenggelam bersama dengan cangkang sehingga meningkatnya kehilangan kernel (*kernel losses*). Hal ini tentu saja menjadi masalah jika terjadi secara terus menerus. Untuk mengatasi permasalahan tersebut maka dicarilah waktu penurunan kadar kalsium karbonat agar dapat dilakukan penambahan kalsium karbonat pada saat itu juga guna meminimalkan *losses* kernel di *claybath*.

## II. LANDASAN TEORI

### A. Pabrik Kelapa Sawit

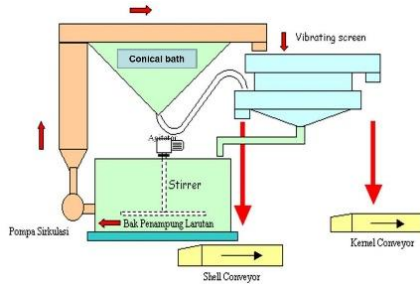
Pabrik Kelapa Sawit (PKS) adalah pabrik pengolahan Tandan Buah Segar (TBS) yang berasal dari perkebunan kelapa sawit, dimana produk hasil pengolahan Tandan Buah Segar (TBS) di Pabrik Kelapa Sawit (PKS) ini dikenal sebagai *Crude Palm Oil* (CPO) dan *Palm Kernel* (PK).

<sup>1\*</sup>Corresponding author: [atmasurandi123@gmail.com](mailto:atmasurandi123@gmail.com)





Gambar 2.2 Claybath



Gambar 2.3 Sketsa Claybath

#### 1. Bagian - bagian dari claybath

- **Bak Penampung Larutan**  
Tempat penampungan dan pengadukan larutan Calcium Carbonate ( $\text{CaCO}_3$ )
- **Conical Bath**  
Tempat terjadinya pemisahan antara kernel pecah dan cangkang dengan media larutan  $\text{CaCO}_3$
- **Pompa Sirkulasi**  
Befungsi untuk pengisian / pengembalian larutan  $\text{CaCO}_3$  ke Cyclone Pemisah
- **Vibrating Screen**  
Befungsi untuk memisahkan antara partikel padat (kernel dan cangkang) dengan larutan  $\text{CaCO}_3$
- **Agitator/ Stirrer**  
Sebagai pengaduk larutan  $\text{CaCO}_3$  agar cepat larut pada air sehingga cepat terbentuk larutan  $\text{CaCO}_3$  yang homogen. Agitator terus bekerja mengaduk larutan  $\text{CaCO}_3$  tersebut pada bak penampungan

#### 2. Parameter pada claybath

- SG larutan dipertahankan pada range 1,12 - 1,14  $\text{g/cm}^3$  (SG kernel 1,06 -1,09 dan SG cangkang 1,25 - 1,45 )
- Kernel losses yang minimal 0,01 % To FFB atau 1,50 % To Sample
- Perbandingan penggunaan  $\text{CaCO}_3$  maksimal 1,0 Kg / Ton TBS
- Komposisi umpan Claybath diupayakan berkisar +/- 20 % dari umpan Ripple Mill

#### D. Inti Sawit (Kernel)

Kernel sawit adalah sebutan lain dari inti atau biji buah kelapa sawit. Kernel sawit ini bisa dimakan dan juga bisa di olah menjadi palm kernel oil. Terdapat 2 macam minyak yang terbuat dari kelapa sawit yaitu pertama inti atau biji buah kelapa sawit yang dikenal dengan sebutan palm kernel oil. Dan yang kedua berasal dari daging buah kelapa sawit yang sudah melalui pemerasan dan perebusan yang dikenal dengan sebutan minyak sawit kasar<sup>[7]</sup>.

Untuk pemakaiannya inti sawit masih harus diolah lebih lanjut, yaitu diekstraksi menghasilkan minyak sawit dan bungkil inti sawit. Pemakaian minyak inti sawit adalah untuk pembuatan bahan makanan, sama seperti minyak kelapa nyiur karena komposisinya hampir sama, dan untuk pemakaian dalam industri. Bungkil inti sawit dipakai sebagai campuran makanan ternak.

Sebelum diolah lebih lanjut kernel harus dipisahkan dari cangkang terlebih dahulu. Pabrik Kelapa Sawit pada umumnya menggunakan dua sistem yaitu sistem pemisahan kering dan basah. Pada sistem pemisahan kering dilakukan dalam satu kolom vertikal dengan bantuan hisapan udara dengan prinsip kerja adalah fraksi yang lebih ringan akan terhisap keatas dan fraksi yang berat jatuh kebawah. Unit pemisahannya adalah Light Tenera Dust Separation (LTDS). Pada sistem pemisahan basah dilakukan pada unit Claybath untuk memisahkan kernel kecil, kernel pecah dan cangkang besar. Pemisahan basah dilakukan agar kernel kecil, kernel pecah dan cangkang besar dari LTDS dibersihkan Kembali<sup>[8]</sup>.



Gambar 2.4 Inti Sawit (Kernel)<sup>[11]</sup>

#### E. Losses

Penyusutan (*losses*) adalah selisih kurang kuantitas produk karena kegiatan pemindahan dari satu tempat ke tempat lainnya. Penyusutan (*losses*) dapat menyebabkan kerugian dan dalam suatu dunia usaha maupun pekerjaan, faktor kerugian harus selalu dihindari dan diusahakan sekecil mungkin agar bisa mendapatkan keuntungan, namun dalam dunia industry masalah tentang penyusutan (*losses*) adalah permasalahan yang sering dan terus - menerus terjadi<sup>[10]</sup>.

Menurut Somantri (2006:5), *losses* dapat juga dikatakan sebagai penyusutan atau terjadinya pengurangan pada muatan. Penyusutan

(losses) diakibatkan karena kesalahan perhitungan atau pengukuran, penanganan produk yang kurang tepat, kondisi gudang penyimpanan yang kurang efisien dan lain sebagainya. Losses merupakan suatu kejadian alamiah yang tidak bisa dihindari namun dapat ditekan dan dikendalikan melalui handling atau penanganan produk yang baik dan tepat dari segi operasional maupun dari sarana dan fasilitas yang digunakan. Resiko terjadinya penyusutan (losses) merupakan suatu kejadian yang memiliki potensi dapat menimbulkan kerugian pada suatu perusahaan. Untuk itu dalam suatu dunia usaha dibutuhkan manajemen rantai pasok yang baik dengan maksud untuk meminimalkan biaya logistik, misalnya dengan memilih alat atau model transportasi, pergudangan, standar layanan yang meminimalkan biaya sehingga dapat mencegah terjadinya kerugian karena penyusutan. Berikut ini contoh penyusutan (losses) kernel pada sampel claybath :



Gambar 2.5 Sampel 1



Gambar 2.6 Sampel 2



Gambar 2.7 Sampel 3

#### F. Berat Jenis, Massa Jenis dan Specific Gravity

Berat jenis adalah perbandingan antara berat benda dan volume, simbol yang digunakan untuk berat jenis adalah  $S$  dan satuan SI untuk pengukuran adalah  $\text{N/m}^3$ . Massa Jenis adalah perbandingan antara massa materi tersebut dengan volume materi tersebut dan dalam satuan SI maka densitas memiliki unit  $\text{kg/m}^3$  atau  $\text{g/cm}^3$ . Sedangkan *specific gravity* suatu materi adalah perbandingan massa jenis antara materi tersebut dengan massa jenis air yang memiliki volume yang

sama dengan materi itu. Adapun rumus dari berat jenis, massa jenis dan specific gravity adalah sebagai berikut :

##### 1. Rumus Berat Jenis

$$S = \frac{W}{V} \quad \text{atau} \quad S = \frac{m \cdot g}{V}$$

Keterangan

$S$  = Berat jenis ( $\text{N/m}^3$ )

$W$  = Berat benda ( $\text{N}$ )

$V$  = Volume benda ( $\text{m}^3$ )

$m$  = Massa benda ( $\text{kg}$ )

##### 2. Rumus Massa Jenis

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Keterangan

$\rho$  = Massa jenis ( $\text{kg/m}^3$ )

$m$  = Massa benda ( $\text{kg}$ )

$V$  = Volume benda ( $\text{m}^3$ )

##### 3. Rumus Specific Gravity

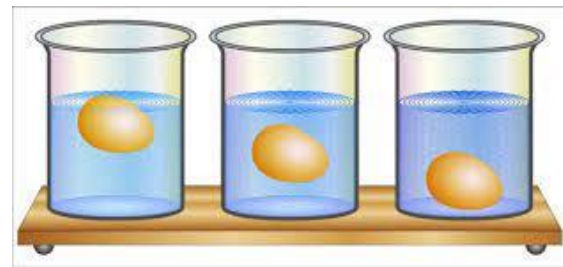
$$SG = \frac{\rho \text{ materi}}{\rho \text{ air pada } 4^\circ\text{C}}$$

Keterangan

$SG$  = Specific Gravity

$\rho$  materi = Massa jenis benda ( $\text{kg/m}^3$ )

$\rho$  air pada  $4^\circ$  = Massa jenis air pada suhu  $4^\circ\text{C}$  ( $\text{kg/m}^3$ )



Gambar 2.8 Ilustrasi Specific Gravity<sup>[13]</sup>

#### G. Kalsium Karbonat ( $\text{CaCO}_3$ )

Kalsium karbonat ialah senyawa kimia dengan formula  $\text{CaCO}_3$ . Senyawa ini merupakan bahan yang umum dijumpai pada batu di semua bagian dunia. Kalsium karbonat ialah bahan aktif di dalam kapur pertanian, dan tercipta apabila ion  $\text{Ca}$  di dalam air keras bereaksi dengan ion karbonat menciptakan limescale.



Gambar 2.9 Kalsium Karbonat<sup>[12]</sup>



Gambar 2.12 Pengukuran 3

#### H. Monitoring dan Pengukuran

*Monitoring* adalah proses pengumpulan data yang dilakukan rutin dan mengukur kemajuan atas objektif suatu program. Monitoring bertujuan untuk memantau perubahan dan fokus pada proses dan keluaran. Bentuk kegiatan monitoring adalah melakukan pemantauan, pembinaan dan penyelesaian masalah terhadap suatu hal.

Pengukuran merupakan suatu proses membandingkan suatu besaran dengan besaran lain yang sejenis dan dipakai sebagai satuan. Besaran standar tersebut harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:

1. Dapat didefinisikan secara fisik.
2. Jelas dan tidak berubah dengan waktu.
3. Dapat digunakan sebagai pembanding, di mana saja di dunia ini.

Berikut ini contoh pengukuran SG larutan  $\text{CaCO}_3$  pada claybath di stasiun nut dan kernel



Gambar 2.10 Pengukuran 1



Gambar 2.11 Pengukuran 2

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Hasil

Dari penimbangan sampel kernel dan pengukuran massa jenis sampel larutan  $\text{CaCO}_3$  yang dilakukan secara langsung di laboratorium Perdana Mill/K/F maka diperoleh data sebagai berikut :

Tabel 4.1 Hasil Pengambilan Sampel

No	Jam (WIB)	Penambahan $\text{CaCO}_3$ (kg)	SG larutan $\text{CaCO}_3$ ( $\text{kg/m}^3$ )	Kernel loss(g)
1	22:00	50	1120	0
2	22:16	-	1117	0
3	22:32	-	1115	0
4	22:41	-	1112	13.46
5	22:58	-	1108	20.63
6	23:03	50	1120	0
7	23:17	-	1118	0
8	23:31	-	1116	0
9	23:43	-	1112	12.52
10	23:57	-	1110	18.72
11	00:01	100	1120	0
12	00:16	-	1120	0
13	00:34	-	1118	0
14	00:45	-	1118	0
15	01:00	-	1116	0
16	01:18	-	1112	15.48
17	01:33	-	1110	17.32
18	01:46	-	1110	18.24
19	02:03	-	1108	21.68

Dan berikut ini data harian losses kernel dan pemakaian CaCO<sub>3</sub> :

Tabel 4.2 Data Losses Kernel Harian

No	Tanggal	Losses to sample (%)
1	13 Juni 2022	1.72
2	14 Juni 2022	1.51
3	15 Juni 2022	1.60
4	16 Juni 2022	1.53
5	17 Juni 2022	1.57
6	18 Juni 2022	1.60
7	20 Juni 2022	1.63
8	21 Juni 2022	2.16
9	22 Juni 2022	1.69
10	23 Juni 2022	1.59
11	24 Juni 2022	1.45
12	25 Juni 2022	1.58
Rata – Rata		1.64

Dari hasil 4.1 dapat kita asumsikan bahwa *Losses* kernel mulai muncul dalam interval waktu 40 menit setelah penambahan dan dibawah 40 menit jumlah *losses* kernel adalah 0. Maka waktu yang tepat untuk menambahkan CaCO<sub>3</sub> setiap 40 menit sekali dengan jumlah CaCO<sub>3</sub> adalah 50 kg. Adapun perbandingan jumlah pemakaian CaCO<sub>3</sub> antara interval waktu 40 menit sekali dengan 60 menit sekali adalah sebagai berikut.

Tabel 4.3 Perbandingan Pemakaian Kalsium Karbonat

No	Interval waktu	Jumlah penambahan CaCO <sub>3</sub> / hari	Berat 1 karung CaCO <sub>3</sub> (kg)	Total penggunaan CaCO <sub>3</sub> (kg)
1	60 menit	24 karung	50	1200
2	40 menit	36 karung	50	1800

### B. Perhitungan Losses Kernel

Produksi Kernel = MB Kernel x Throughput

$$= \frac{6.5}{100} \times 80.000 \text{ kg/jam}$$

$$= 5.200 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Losses Kernel\%} = \frac{\% \text{ Kernel to Sampel}}{1000} \times \text{Produksi Kernel}$$

$$\text{Losses Kernel} = 100 \times \frac{1,64\%}{1000} \times 5.200 \text{ kg/jam}$$

$$= 8,528 \text{ kg/jam}$$

$$= 205 \text{ kg/hari}$$

$$\text{Harga kernel} = \text{Rp } 5.610 / \text{kg}$$

$$\text{Harga CaCO}_3 = \text{Rp } 1.308 / \text{kg} = \text{Rp } 65.400 / 50 \text{kg}$$

### C. Pengeluaran Pada Interval Waktu 60 Menit

Adapun total biaya pengeluaran pada *interval* waktu 60 menit adalah sebagai berikut :

$$\text{Pengeluaran} = \text{Biaya CaCO}_3 + \text{Kerugian Losses}$$

$$= (\text{Rp } 65.400 \times 24 \text{ karung}) + (\text{Rp } 5.610 \times 205 \text{ kg/hari})$$

$$= \text{Rp } 1.569.600 / \text{hari} + \text{Rp } 1.150.050 / \text{hari}$$

$$= \text{Rp } 2.719.650 / \text{hari}$$

### D. Pengeluaran Pada Interval Waktu 40 Menit

Dengan asumsi *losses* kernel = 0 pada interval waktu 40 menit, maka pengeluaran pada *interval* waktu 40 menit adalah :

$$\text{Pengeluaran} = \text{Biaya CaCO}_3 + \text{Kerugian Losses}$$

$$= (\text{Rp } 65.400 \times 36 \text{ karung}) + (\text{Rp } 5.610 \times 0)$$

$$= \text{Rp } 2.354.400 / \text{hari} + 0 / \text{hari}$$

$$= \text{Rp } 2.354.400 / \text{hari}$$

### E. Selisih Pengeluaran

Berikut ini selisih pengeluaran antara *interval* waktu 60 menit dengan *interval* waktu 40 menit :

$$\text{Selisih} = \text{Pengeluaran } 60 \text{ menit} - \text{Pengeluaran } 40 \text{ menit}$$

$$= \text{Rp } 2.719.650 / \text{hari} -$$

$$\text{Rp } 2.354.400 / \text{hari}$$

$$= \text{Rp } 365.250 / \text{hari}$$

Dari hasil ketiga perhitungan diatas dapat kita lihat bahwa pada *interval* waktu 40 menit total biaya pengeluaran lebih kecil dari pada *interval* waktu 60 menit dan mendapat keuntungan *saving cost* Rp 365.250 /hari

## F. Pembahasan

Berdasarkan data dan perhitungan diatas dapat disimpulkan bahwa massa jenis larutan Kalsium Karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) berpengaruh terhadap *losses* kernel. Semakin banyak  $\text{CaCO}_3$  yang diberikan maka semakin tinggi nilai massa jenis dari larutan. Hal ini karena larutan  $\text{CaCO}_3$  memiliki sifat mudah jenuh dan mudah mengendap akibatnya dengan adanya penambahan  $\text{CaCO}_3$  berakibat pada naiknya nilai massa jenis dari larutan  $\text{CaCO}_3$  dan air tersebut. Oleh karena itu penambahan  $\text{CaCO}_3$  harus diperhatikan secara terjadwal.

Adapun pengaruh penambahan  $\text{CaCO}_3$  terhadap *losses* kernel yaitu semakin banyak  $\text{CaCO}_3$  yang ditambahkan maka kehilangan kernel (*losses* kernel) semakin menurun, hal ini disebabkan karena dengan adanya penambahan  $\text{CaCO}_3$  maka nilai massa jenis akan meningkat tentunya kernel tidak ikut mengendap bersama cangkang dikarenakan massa jenis kernel lebih kecil dari pada massa jenis larutan  $\text{CaCO}_3$  tersebut sehingga mengakibatkan *losses* kernel menurun namun jika terlalu banyak akan menyebabkan cangkang ikut mengapung ke permukaan sehingga *dirt* atau kadar kotoran pada kernel produksi akan meningkat. Sebaliknya jika penambahan  $\text{CaCO}_3$  terlambat, maka nilai massa jenis akan menurun yang mengakibatkan kernel ikut mengendap bersama cangkang dikarenakan massa jenis kernel lebih besar dari pada massa jenis larutan  $\text{CaCO}_3$  sehingga mengakibatkan *losses* kernel meningkat.

Pada pengambilan sampel yang dilakukan secara langsung di lapangan dapat kita lihat bahwa rata-rata *losses* kernel mulai muncul pada interval waktu 40 menit setelah penambahan  $\text{CaCO}_3$  dan hasil pengukuran massa jenis larutan  $\text{CaCO}_3$  pada interval waktu tersebut menunjukkan angka 1.120  $\text{kg/m}^3$  atau 1,12  $\text{g/cm}^3$ . Hal ini menunjukkan bahwa pada interval waktu 40 menit dan kadar massa jenis larutan  $\text{CaCO}_3$  1,12  $\text{g/cm}^3$  sebaiknya segera dilakukan penambahan  $\text{CaCO}_3$  agar meminimalkan angka kehilangan kernel (*losses* kernel).

Berdasarkan hasil perhitungan diatas total kernel *losses* ketika interval waktu penambahan  $\text{CaCO}_3$  60 menit sekali mencapai 205 kg/hari. Oleh sebab itu guna meminimalkan kernel *losses* tersebut maka sebaiknya dilakukan penambahan  $\text{CaCO}_3$  40 menit sekali. Dengan dilakukannya penambahan  $\text{CaCO}_3$  40 menit sekali maka selain meminimalkan angka kehilangan kernel (*losses* kernel), juga dapat meningkatkan produksi kernel sehingga nilai jual produksi kernel tersebut meningkat dan keuntungan dari hasil penjualan kernel tersebut dapat dialokasikan sebagai tambahan biaya operasional.

## IV. KESIMPULAN

1. Pada saat massa jenis larutan  $\text{CaCO}_3$  1,12  $\text{g/cm}^3$  *losses* kernel mulai muncul hal ini karena massa jenis larutan lebih kecil daripada massa jenis kernel
2. *Losses* kernel mulai muncul pada saat 40 menit setelah penambahan  $\text{CaCO}_3$
3. *Interval* waktu penambahan  $\text{CaCO}_3$  yang dibutuhkan agar *losses* kernel minimal adalah 40 menit sekali yaitu Ketika *losses* kernel mulai muncul sehingga tidak banyak angka kehilangan kernel

## V. SARAN

1. Dapat dikembangkan dengan pembuatan alat ukur SG secara Realtime
2. Dapat dilakukan kajian mengenai kemampuan cangkang dan kernel dalam menyerap fluida
3. Dapat dilakukan kajian mengenai pengaruh debit aliran pompa air terhadap hasil pencampuran larutan  $\text{CaCO}_3$

## DAFTAR PUSTAKA

1. Sinarmas Agribusiness and Food. 2020. *Standar Operasional Prosedur Pengolahan Pabrik Kelapa Sawit*. SOP/SMART/MCMD/I/TM-PKS. Jakarta.
2. Naibaho, Ponten. 1998. *Teknologi Pengolahan Kelapa Sawit*. Pusat Penelitian Kelapa Sawit. Medan.
3. Iyung, pahan. 2012. *Panduan Lengkap Kelapa Sawit*. Jakarta : Penebar Swadaya.
4. Sari, Vonny Indah. 2013. *PERBANDINGAN PENGGUNAAN KALSIMUM KARBONAT DAN NATRIUM KARBONAT DALAM PEMISAHAN CANGKANG DAN KERNEL*. Kampar. Riau : Teknik Pengolahan Sawit Politeknik Kampar. Jurnal Teknologi pertanian vol 2 no 1. Hal 29 – 34.
5. Ketaren,S. 1986. *Pengantar Teknologi Minyak Dan Lemak Pangan*. UI – press. Jakarta.
6. Rifin, A. 2017. *Efisiensi Perusahaan Crude Palm Oil (CPO) di Indonesia*. Kampus IPB. Bogor : Jurnal Manajemen & Agribisnis, Vol. 14 No. 2:103-108.
7. Nugraha, Andy, & Muhammad Nizar Ramadhan. 2018. *Pengukuran Teknik dan Instrumentasi*. Universitas Lambung Mangkurat. Banjarmasin.

8. Dinas Perkebunan dan Peternakan Kabupaten Paser. 2022. Kegunaan Kernel Sawit. <https://disbunak.paserkab.go.id/detailpost/kegunaan-kernel-sawit#:~:text=Kernel%20sawit%20adalah%20sebutan%20lain,dengan%20sebutan%20palm%20kernel%20oil>. Diakses pada 18 September 2022
9. Hikmawan, Oksya, Marisa Naufa, & Nur Asyiqin. 2020. *PENGARUH PENAMBAHAN TANAH LIAT PADA PEMISAHAN INTI DAN CANGKANG SAWIT*. Medan : Politeknik Teknologi Kimia Industri. Jurnal Teknik dan Teknologi vol 15 no 30. Hal 14 - 22.
10. Manutilaa, Debora Chichilia. 2021. *Analisis losses palm kernel shell (cangkang sawit) di PT. ABC LAMPUNG*. Lampung. SNTEM vol 1. Hal 1262 – 1269.
11. [https://oktapalmoil.com/products/detail/1/\\_inti\\_buah\\_kelapa\\_sawit\\_palm\\_kernel/#.YyHLa3ZBzIU](https://oktapalmoil.com/products/detail/1/_inti_buah_kelapa_sawit_palm_kernel/#.YyHLa3ZBzIU)  
Diakses pada 12 September 2022
12. <https://saribumisidayu.com/calcium-carbonate/>  
Diakses Pada 12 September 2022
13. <https://www.shutterstock.com/id/image-vector/difference-between-density-specific-gravity-1027151602>  
Diakses Pada 12 September 2022