

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Papan serat

Papan serat adalah panel yang dihasilkan dari pengembangan serat kayu atau bahan berligno-selulosa lain dengan ikatan utama berasal dari bahan baku yang bersangkutan (khususnya lignin) atau bahan lain (khususnya perekat) untuk memperoleh sifat khusus (Badan Standardisasi Nasional, 2006). Papan serat merupakan salah satu jenis produk panel kayu yang terbuat dari bahan berlignoselulosa, yang diikat dengan perekat sintetis atau bahan pengikat lain dan dikempa dengan panas (Muzata, 2015). Papan serat umumnya berbentuk datar dengan ukuran relatif panjang, lebar, dan tipis sehingga disebut panel (Fathanah dan Sofyana, 2013). Contoh papan serat dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Papan serat

Sumber: Harwanda, 2015

Berdasarkan kerapatannya papan serat diklasifikasikan menjadi tiga golongan, yaitu (Sijabat, 2016):

1. Papan serat berkerapatan rendah (*Low Density Particleboard*), yaitu papan serat yang mempunyai kerapatan kurang dari $0,4 \text{ g/cm}^3$.
2. Papan serat berkerapatan sedang (*Medium Density Particleboard*), yaitu papan serat yang mempunyai kerapatan antara $0,4 - 0,8 \text{ g/cm}^3$.
3. Papan serat berkerapatan tinggi (*High Density Particleboard*), yaitu papan serat yang mempunyai kerapatan lebih dari $0,8 \text{ g/cm}^3$.

Secara umum bahan komposit terdiri dari dua macam, yaitu bahan komposit partikel (*particulate composite*) dan bahan komposit serat (*fiber composite*). Bahan komposit partikel terdiri dari partikel-partikel yang di ikat oleh matrik.

Bahan komposit serat terdiri dari serat-serat yang diikat oleh matrik yang saling berhubungan (Purba, 2011).

Berdasarkan penempatannya terdapat beberapa tipe serat pada komposit yaitu (Purba, 2011):

a. *Continuous Fiber Composite*

Tipe ini mempunyai susunan serat panjang dan lurus, membentuk lamina diantara matriknya. Jenis komposit ini paling sering digunakan. Tipe ini mempunyai kelemahan pada pemisahan antar lapisan. Hal ini dikarenakan kekuatan antar lapisan dipengaruhi oleh matriknya. Bentuk seratnya dapat dilihat pada Gambar 2.3.

b. *Woven Fiber Composite (bi-directional)*

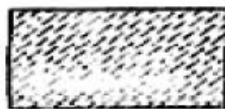
Komposit ini tidak mudah dipengaruhi pemisahan antar lapisan karena susunan seratnya juga mengikat antar lapisan. Akan tetapi susunan serat memanjangnya yang tidak begitu lurus mengakibatkan kekuatan dan kekakuan akan melemah. Bentuk seratnya dapat dilihat pada Gambar 2.3.

c. *Discontinuous Fiber Composite*

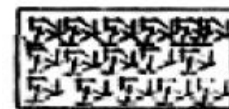
Discontinuous Fiber Composite adalah tipe komposit dengan serat pendek. Tipe ini dibedakan lagi menjadi 3 jenis dapat dilihat pada Gambar 2.2.



(a) Aligned



(b) Off-axis



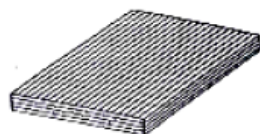
(c) Randomly

Gambar 2.2 Tipe *Discontinuous Fiber*

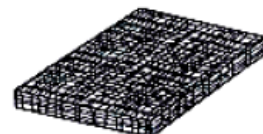
Sumber: Purba, 2011

d. *Hybrid Fiber Composite*

Hybrid fiber composite merupakan komposit gabungan antara tipe serat lurus dengan serat acak. Tipe ini digunakan supaya dapat mengganti kekurangan sifat dari kedua tipe dan dapat menggabungkan kelebihan keduanya. Bentuk seratnya dapat dilihat pada Gambar 2.3.



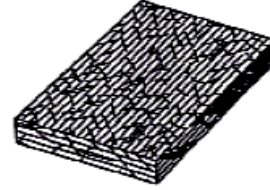
Continuous Fiber Composite



Woven Fiber Composite



Randomly Oriented Discontinuous Fiber



Hybrid Fiber Composite

Gambar 2.3 Tipe Komposit Serat

Sumber: Purba, 2011

2.2 Tanaman Kelapa

Tanaman kelapa (*Cocos nucifera* L.) merupakan tanaman asli daerah tropis dan dapat ditemukan di seluruh wilayah Indonesia mulai dari daerah pesisir pantai hingga daerah pegunungan yang agak tinggi. Tanaman kelapa diperkirakan berasal dari Amerika Selatan. Tanaman kelapa telah dibudidayakan di sekitar lembah Andes di Kolumbia, Amerika Selatan sejak ribuan tahun sebelum masehi. Catatan lain menyatakan bahwa tanaman kelapa berawal dari kawasan Asia Selatan atau Malaysia, atau mungkin Pasifik Barat. Selanjutnya, tanaman kelapa menyebar dari pantai yang satu ke pantai yang lain. Cara penyebaran kelapa bisa melalui aliran sungai dan lautan, atau dibawa oleh para awak kapal yang berlabuh dari pantai yang satu ke pantai yang lain (Sijabat, 2016). Gambar kelapa dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Buah Kelapa

Sumber: Harwanda, 2015

Pohon kelapa termasuk jenis *Palmae* yang berumah satu (monokotil). Batang tanaman tumbuh lurus ke atas dan tidak bercabang. Adakalanya pohon kelapa dapat bercabang, namun hal ini merupakan keadaan yang abnormal, misalnya akibat serangan hama tanaman.

Dalam tata nama atau sistematika (taksonomi) tumbuh-tumbuhan, tanaman kelapa (*Cocos nucifera* L.) dimasukkan ke dalam klasifikasi sebagai berikut (Sijabat, 2016):

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Divisio	: <i>Spermatophyta</i> (Tumbuhan berbiji)
Sub-Divisio	: <i>Angiospermae</i> (Berbiji tertutup)
Kelas	: <i>Monocotyledonae</i> (biji berkeping satu)
Ordo	: <i>Palmales</i>
Familia	: <i>Palmae</i>
Genus	: <i>Cocos</i>
Spesies	: <i>Cocos nucifera L.</i>

Tanaman kelapa sering disebut juga dengan tanaman serbaguna, karena seluruh bagian pohon kelapa dapat memberikan manfaat bagi manusia mulai dari akar hingga bagian daun dan tentunya buahnya. Berikut beberapa pemanfaatan pohon kelapa oleh manusia (Harwanda, 2015):

1. Bagian akar

Sebagai bahan baku pembuatan bir dan zat pewarna

2. Bagian batang

Sebagai bahan baku perabotan rumah, mebel, sebagai kayu, ataupun kayu bakar.

3. Bagian daun

Sebagai bahan pembungkus ataupun dianyam untuk dijadikan atap rumah, sedangkan lidinya biasa digunakan untuk membuat sapu.

4. Bagian bunga

Menghasilkan cairan yang dikenal dengan nama air nira yang memiliki rasa manis, bisa dijadikan sebagai bahan baku pembuatan gula nira ataupun sebagai minuman.

5. Bagian buah

Bagian ini terdiri dari kulit (sabut), batok, daging kelapa dan air kelapa. Kulit buah (sabut kelapa) sering digunakan sebagai bahan baku pembuatan keset, batok kelapa bisa dijadikan arang, buah kelapa untuk konsumsi atau diolah untuk dijadikan minyak kelapa, terakhir air kelapa sebagai penghilang dahaga dan juga bermanfaat sebagai tanaman obat untuk meningkatkan kesehatan tubuh.

2.3 Sabut Kelapa

Berdasarkan data dari Tyas (2000) diacu dalam Harwanda (2015), Sabut kelapa merupakan bagian terbesar ($\pm 35\%$) dari bobot buah kelapa. Jika produksi buah kelapa di Indonesia mencapai 3.250.000 ton/tahun maka akan dihasilkan sabut kelapa sebanyak 1.137.500 ton/tahun. Pemanfaatan sabut kelapa masih sebatas untuk kerajinan, seperti tali, keset, sapu, matras, bahan isian jok mobil, dan lain-lain. Gambar sabut kelapa dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Sabut Kelapa

Sumber: Harwanda, 2015

Menurut Sijabat (2016), Terdapat tiga jenis serat yang dihasilkan dari sabut kelapa, yaitu:

1. *Mat yarn fiber* adalah bahan yang memiliki serat panjang dan halus cocok untuk pembuatan tikar dan tali.
2. *Bristle fiber* adalah bahan yang memiliki serat yang kasar dimanfaatkan untuk pembuatan sapu dan sikat.
3. *Matters* adalah bahan yang memiliki serat pendek dan dimanfaatkan sebagai bahan untuk pengisi kasur.

Tabel 2.1 Komposisi Kimia Sabut dan Serat Sabut

No	Komponen	Sabut (%)	Serat Sabut (%)
1	Air	26,00	5,25
2	Pektin	14,25	3,00
3	Hemiselulosa	8,50	0,25
4	Lignin	29,23	45,84
5	Selulosa	21,07	43,44

Sumber : Harwanda, 2016

2.4 Plastik

Plastik merupakan polimer yang dapat dicetak menjadi berbagai bentuk berbeda. Umumnya setelah suatu polimer plastik terbentuk, polimer tersebut

dipanaskan secukupnya hingga mencair dan dapat dituangkan ke dalam cetakan dan akan mengeras jika dibiarkan pada temperatur tuang (Taqwa, 2017).

Berdasarkan pertimbangan ekonomis dan kegunaannya, polimer dibedakan menjadi : polimer termoplastik dan polimer termosetting. polimer termoplastik dicirikan oleh dapat dibentuk ulang, volumenya yang tinggi dan harga yang murah; plastik ini bisa diperbandingkan dengan baja dan alumunium dalam industri logam. Mereka sering dipakai dalam bentuk barang yang bersifat pakai buang (*disposable*) seperti lapisan pengemas, namun ditemukan juga pemakaiannya dalam barang-barang yang tahan lama. polimer termosetting lebih mahal harganya, tidak dapat didaur ulang dan volumenya lebih rendah, tetapi memiliki sifat yang unggul dan daya tahan yang lebih baik. Plastik teknik bersaing dengan logam, keramik, dan gelas dalam berbagai aplikasi (Margaretty, 2017).

Berdasarkan data dari Stevans (2001) diacu dalam Muzata (2015) polimer termoplastik terdiri dari empat jenis polimer utama: polietilena, polipropilena, poli(vinil klorida), dan polistirena. Polietilena dibagi menjadi produk massa jenis rendah ($<0,94 \text{ g/cm}^3$) dan produk massa jenis tinggi ($>0,94 \text{ g/cm}^3$). Plastik-plastik komoditi mewakili sekitar 90% dari seluruh termoplastik, dan sisanya terbagi diantara kopolimer stirena-butadiena, kopolimer akrilonitril-butadiena-stirena (ABS), poliamida, dan polyester.

Tabel 2.2 Polimer Termoplastik

Tipe	Singkatan	Kegunaan utama
Polietilena massa jenis rendah	LDPE	Lapisan pengemas, isolasi kawat dan kabel, barang mainan, botol fleksibel, perabotan, dan bahan-bahan pelapis.
Polietilena massa jenis tinggi	HDPE	Botol, drum, pipa, saluran, lembaran, film, isolasi kawat dan kabel
Polipropilena	PP	Bagian- bagian mobil dan perkakas, tali, anyaman, karpet, film
Poli(vinil klorida)	PVC	Bahan bangunan, pipa tegar, bahan untuk lantai, isolasi kawat dan kabel, film, dan lembaran
Polistirena	PS	Bahan pengemas (busa dan film), isolasi busa, perkakas, perabotan, perabotan rumah, barang mainan.

Sumber: Stevans (2001) dalam Muzata, 2015

2.4.1 High Density Polyethylene (HDPE)



Gambar 2.6 Plastik *High Density Polyethylene* (HDPE)

Sumber: Nurhidayat, 2013

HDPE berasal dari gabungan monomer jenis *ethylene* C_2H_4 yang mengalami proses polimerisasi dengan tekanan rendah. HDPE memiliki ikatan antar molekul yang linier sehingga dapat mengalami pelunakan atau perubahan bentuk, dengan kata lain meleleh jika dikenai panas (Nurhidayat, 2013).

HDPE memiliki densitas $0,952 \text{ gr/cm}^3$, *tensile strength* 33,1 MPa, *compression strength* 24,42 MPa, *flexural strength* 39,99 MPa, *melting point* 130°C , *izod impact* $21,351 \text{ J/m}^2$ dan *water absorpsion* 0,01% (Nurhidayat, 2013). Contoh plastik yang termasuk dalam HDPE dapat dilihat pada Gambar 2.6.

2.4.2 Low Density Polyethylene (LDPE)

LDPE berasal dari gabungan monomer jenis *ethylene* C_2H_4 yang mengalami proses polimerisasi dengan tekanan tinggi dengan penambahan inisiator radikal bebas. LDPE memiliki kristalinitas yang lebih rendah dibandingkan dengan HDPE karena kemampuannya yang lebih rendah pada saat *packing*.

LDPE memiliki titik leleh $105^\circ\text{C} - 115^\circ\text{C}$, derajat kristalinitas 65%, densitas $0,91 - 0,92 \text{ gr/cm}^3$, titik lunak 105°C , kuat tekan 144 kgf/cm^2 , perpanjangan 500% dan *tensile strength* $11 - 27 \text{ MPa}$ (Zulnazri dkk, 2009). Contoh plastik yang termasuk dalam LDPE dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Plastik *Low Density Polyethylene* (LDPE)

Sumber: Zulnazri dkk, 2009

2.5 Natrium Hidroksida (NaOH)

Natrium hidroksida (NaOH) yang disebut alkali merupakan larutan basa yang tergolong mudah larut dalam air dan termasuk basa kuat yang dapat terionisasi dengan sempurna. Larutan basa memiliki rasa pahit, dan jika mengenai tangan terasa licin seperti sabun. Sifat licin terhadap kulit itu disebut sifat kaustik basa (Kondo dan Arsyad, 2018).

Perlakuan alkali (merserisasi) adalah salah satu perlakuan kimia yang banyak digunakan pada serat alam apabila serat tersebut akan dipakai sebagai penguat pada matriks termoplastik, atau termoset. Modifikasi penguatan alkali akan merusak ikatan hidrogen dan cara demikian akan membuat permukaan serat menjadi lebih kasar. Adanya penguatan alkali pada serat akan menghilangkan sejumlah lignin, lilin dan minyak pada permukaan dinding serat, sehingga terjadi depolimerisasi pada selulosa dan membuat serat lebih pendek. Dalam hal ini penambahan NaOH adalah untuk membuat ionisasi gugus OH pada serat sehingga akan menjadi alkalisasi. Dalam komposit polimer teknik penguatan alkali pada serat selulosa merupakan modifikasi kimia yang telah dilakukan untuk meningkatkan adhesi antara permukaan serat selulosa dan matriks polimer karena menghasilkan ikatan yang baik (Kondo dan Arsyad, 2018).

Perlakuan alkali memiliki dua efek terhadap serat yaitu (1) meningkatkan kekasaran permukaan serat sehingga akan menghasilkan *interlocking* yang lebih baik, (2) akan meningkatkan jumlah selulosa yang terlepas. Perlakuan NaOH ini bertujuan untuk melarutkan lapisan yang menyerupai lilin di permukaan serat, seperti lignin, hemiselulosa, dan kotoran lainnya. Dengan hilangnya lapisan lilin ini maka ikatan antara serat dan matriks akan menjadi lebih kuat, sehingga kekuatan tarik komposit menjadi lebih tinggi (Kondo dan Arsyad, 2018).

2.6 Karakterisasi Papan serat

Karakteristik papan serat dilakukan untuk mengetahui dan menganalisis campuran polimer dengan serat. Karakteristik meliputi sifat fisik dan sifat mekanis sesuai berdasarkan acuan standar papan serat .

Terdapat beberapa standar karakteristik papan serat yang digunakan dalam pengujian sifat-sifat papan serat diantaranya yaitu Standar Nasional Indonesia

(SNI) 03-2105-2006 (Badan Standardisasi Nasional, 2006) dan *Japanese Industrial Standards* (JIS) A 5908-2003 (Badan Standardisasi Nasional, 2006) dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Standar Pengujian Sifat-Sifat Papan serat

Sifat Fisik Mekanis	SNI 03-2105-2006	JIS A 5908-2003
Kerapatan (g/cm^3)	0,4 – 0,9	0,4 – 0,9
Kadar air (%)	≤ 14	5 – 13
Daya serap air (%)	-	-
Pengembangan tebal (%)	≤ 12	≤ 12
<i>Modulus of Repture</i> (kgf/cm^2)	≥ 82	≥ 82
<i>Modulus of Elastisitas</i> (kgf/cm^2)	≥ 20400	≥ 20400
<i>Internal bond</i> (kgf/cm^2)	$\geq 1,5$	$\geq 1,5$

Sumber : Standar Nasional Indonesia (SNI), 2006 dan *Japanese Industri Standard* (JIS), 2003

2.6.1 Pengujian Sifat Fisik

Untuk mengetahui sifat-sifat fisik papan serat dapat dilakukan seperti berikut (Badan Standardisasi Nasional, 2006):

a. Kerapatan

Pengujian kerapatan bertujuan untuk menentukan kerapatan patikel pembentuk papan. Contoh uji diukur panjang, lebar, dan tebalnya. Dari pengukuran tersebut dapat dihitung volume (v) contoh uji kemudian contoh uji ditimbang massanya (m). Nilai kerapatan *papan serat* dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Kerapatan (g/cm}^3\text{)} = \frac{m}{v} \dots\dots\dots (1)$$

Dengan:

m = Massa papan serat (gr)

v = Volume papan serat (cm^3)

b. Kadar Air

Pengujian kadar air bertujuan untuk mengetahui kadar air dari papan serat. Contoh uji berukuran yang ditimbang massa awalnya (m_0). Kemudian dioven selama 24 jam pada suhu $\pm 100^\circ\text{C}$, setelah itu ditimbang massanya (m_1). Kadar air papan serat dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{m_0 - m_1}{m_1} \times 100\% \dots\dots\dots (4)$$

Dengan:

m_0 = Massa papan serat sebelum pengeringan (gr)

m_1 = Massa papan serat setelah pengeringan (gr)

c. Pengembangan Tebal

Pengujian pengembangan tebal bertujuan untuk mengetahui perubahan dimensi serat akibat pengembangan dinding sel serat atau perubahan ukuran rongga serat akibat menyerap air. Pengembangan tebal didasarkan atas tebal sebelum dan sesudah perendaman air selama 24 jam. Nilai pengembangan tebal dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Pengembangan tebal (\%)} = \frac{t_1 - t_0}{t_0} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

Dengan:

t_0 = Tebal papan serat sebelum perendaman (cm)

t_1 = Tebal papan serat setelah perendaman (cm)

d. Daya Serap Air

Pengujian daya serap air bertujuan untuk mengukur kemampuan papan serat dalam menyerap air. Daya serap air papan serat dihitung berdasarkan berat sebelum dan sesudah perendaman dalam air selama 24 jam. Nilai daya serap air dapat dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Daya serap air (\%)} = \frac{m_1 - m_0}{m_0} \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

Dengan:

m_0 = Massa papan serat sebelum perendaman (gr)

m_1 = Massa papan serat setelah perendaman (gr)

2.6.2 Pengujian Sifat Mekanik

Untuk mengetahui sifat-sifat mekanik papan serat dapat dilakukan seperti berikut (Badan Standardisasi Nasional, 2006):

a. *Modulus of Repture* (MOR)

Modulus of Repture (MOR) bertujuan untuk mengetahui kekuatan papan serat untuk menahan gaya-gaya yang berusaha untuk melengkungkan papan serat. Pengujian kuat lentur dilakukan dengan alat uji mekanis, dengan menggunakan jarak antara batang penyangga (jarak sangga) sampel uji yaitu 10 cm. nilai kuat lentur dihitung dengan rumus:

$$\text{MOR (kgf/cm}^2\text{)} = \frac{3PL}{2lt^2} \dots\dots\dots (5)$$

Dengan:

- P = Beban lentur pada batas proporsional (kgf)
- L = Jarak sangga (cm)
- l = Lebar sampel (cm)
- t = Tinggi sampel (cm)

b. *Modulus of Elastisitas* (MOE)

Pengujian *Modulus of Elastisitas* (MOE) dilakukan bersama-sama dengan pengujian kuat lentur, dengan menggunakan sampel uji yang sama. Besarnya defleksi atau lenturan yang terjadi pada saat pengujian dicatat pada setiap selang beban tertentu. Nilai modulus elastisitas dihitung dengan rumus:

$$\text{MOE (kgf/cm}^2\text{)} = \frac{3 P L^3}{4 f l t^3} \dots\dots\dots (6)$$

Dengan:

- P = Beban lentur pada batas proporsional (kgf)
- L = Jarak tumpu (cm)
- l = Lebar benda (cm)
- t = Tinggi benda (cm)
- f = Defleksi pada batas proporsional (cm)

2.7 Analisis Ekonomi

Analisis ekonomi berfungsi untuk mengetahui apakah pabrik yang akan didirikan dapat menguntungkan atau tidak dan layak atau tidak layak jika didirikan.

Perhitungan evaluasi ekonomi meliputi:

a. Modal (*Capital Investment*)

Capital investment adalah banyaknya pengeluaran-pengeluaran yang diperlukan untuk fasilitas-fasilitas produksi dan untuk menjalankannya

- Modal tetap (*Fixed Capital Investment*)

Fixed capital adalah pengeluaran pokok untuk mendirikan fasilitas produksi dan pembantunya.

- Modal kerja (*Working Capital Investment*)

Working capital adalah bagian yang diperlukan untuk menjalankan operasi dari suatu pabrik selama waktu tertentu.

b. Biaya Produksi (*Manufacturing Cost*)

Manufacturing cost merupakan jumlah dari *direct* dan *fixed manufacturing cost* yang bersangkutan dengan produk.

- Biaya produksi langsung (*Direct Manufacturing Cost*)

Direct cost adalah pengeluaran yang bersangkutan khusus dalam pembuatan produk.

- Biaya produksi tak langsung (*Indirect Manufacturing Cost*)

Indirect cost adalah pengeluaran-pengeluaran sebagai akibat tidak langsung dan bukan langsung karena operasi pabrik. Dalam perhitungan didapatkan kecenderungan kesulitan menentukan batas antara *direct cost* dan *indirect cost*

- Biaya tetap (*Fixed Manufacturing Cost*)

Fixed cost merupakan harga yang berkenaan dengan *fixed capital* dan pengeluaran yang bersangkutan di mana harganya tetap, tidak tergantung waktu maupun tingkat produksi.

c. Pengeluaran Umum (*General Cost*)

General expenses atau pengeluaran umum, meliputi pengeluaran pengeluaran yang bersangkutan dengan fungsi-fungsi perusahaan yang tidak

termasuk *manufacturing cost*.

d. Analisis Kelayakan Ekonomi

Untuk dapat mengetahui keuntungan yang diperoleh tergolong besar atau tidak sehingga dapat dikategorikan apakah pabrik tersebut potensial didirikan atau tidak maka dilakukan analisis kelayakan. Metode yang dilakukan yaitu dengan analisis data yang dilakukan dengan mengevaluasi hasil perhitungan penentuan harga jual dan volume penjualan (Julirin dkk., 2019).

- Menghitung Laba
 1. Menentukan data biaya berupa biaya tetap (*Fixed Cost*) dan biaya variabel (*Variable Cost*).
 2. Menghitung masing-masing tingkat biaya
- Menghitung *Rate of Return* (ROR)

Rate of Return (ROR) adalah laju pengembalian modal untuk mengetahui apakah suatu pabrik sudah berjalan dengan bisa dilihat dari besar *Rate of Return* (ROR), yang dihasilkan dan membandingkan dengan bunga bank, yang besarnya bisa melebihi atau dibawah bunga bank.

$$\text{Rate of Return (ROR)} = \frac{\text{Laba bersih per tahun}}{\text{Modal}} \times 100\% \dots\dots\dots (7)$$