



# PENGEMBANGAN METODE PENENTUAN KEBUTUHAN DOZER, GRADER, DAN COMPACTOR SERTA PERENCANAAN MANAJEMEN *FLEET* DAN KEBUTUHAN BIAYA PRODUKSI UNTUK MENCAPAI TARGET PRODUKSI TAHUN 2026

IUP PT PERTAMBANGAN BUMI ANOA,  
KABUPATEN KONAWE SELATAN,  
PROVINSI SULAWESI TENGGARA

Periode Magang 1 - 31 Agustus 2025

Pembimbing: Ir. Harristio Adam, S.T.



MINERAL ALAM ABADI  
G R O U P

# Meet The Team

Jurusan: Teknik Pertambangan  
Angkatan: 2022  
Instansi: Institut Teknologi Bandung



Kinta Agung P.D.S



Chysara Rabani



# DAFTAR ISI

- 01 PENDAHULUAN
- 02 DOZER, GRADER,  
COMPACTOR
- 03 ALAT PRODUKSI
- 04 MANAJEMEN *FLEET*
- 05 BIAYA PRODUKSI

# PENDAHULUAN

# LATAR BELAKANG

- **Manajemen fleet belum optimal** menyebabkan ketidakseimbangan alat gali-muat & angkut, cycle time tinggi, dan risiko target produksi tidak tercapai.
- **Dozer, grader, dan compactor** dibutuhkan untuk pembukaan lahan, perawatan jalan, dan pemasaran disposal.
- **Masalahnya**, kebutuhan dozer, grader, compactor, dan alat gali-muat sering tanpa perhitungan sistematis sehingga boros BBM, biaya produksi tinggi, dan produktivitas turun.
- **Solusinya**, perlu metode penentuan kebutuhan dozer, grader, dan compactor, serta perencanaan alat gali-muat yang terukur untuk mendukung target produksi PT PBA di tahun 2026.

## Rumusan Masalah

1. Bagaimana prosedur penentuan **kebutuhan dozer, grader, dan compactor yang optimal** untuk mencapai target produksi?
2. Bagaimana **manajemen fleet** yang tepat untuk mencapai target produksi dan selaras dengan **persebaran populasi** alat setiap bulannya?
3. Berapa estimasi **total biaya produksi** secara keseluruhan untuk mencapai target produksi?

## Tujuan Penelitian

1. Menyusun prosedur penentuan **kebutuhan dozer, grader, dan compactor yang optimal** untuk mencapai target produksi.
2. Merencanakan **manajemen fleet** yang tepat untuk mencapai target produksi dan selaras dengan **persebaran populasi** alat setiap bulannya.
3. Menghitung estimasi **total biaya produksi** untuk mencapai target produksi.

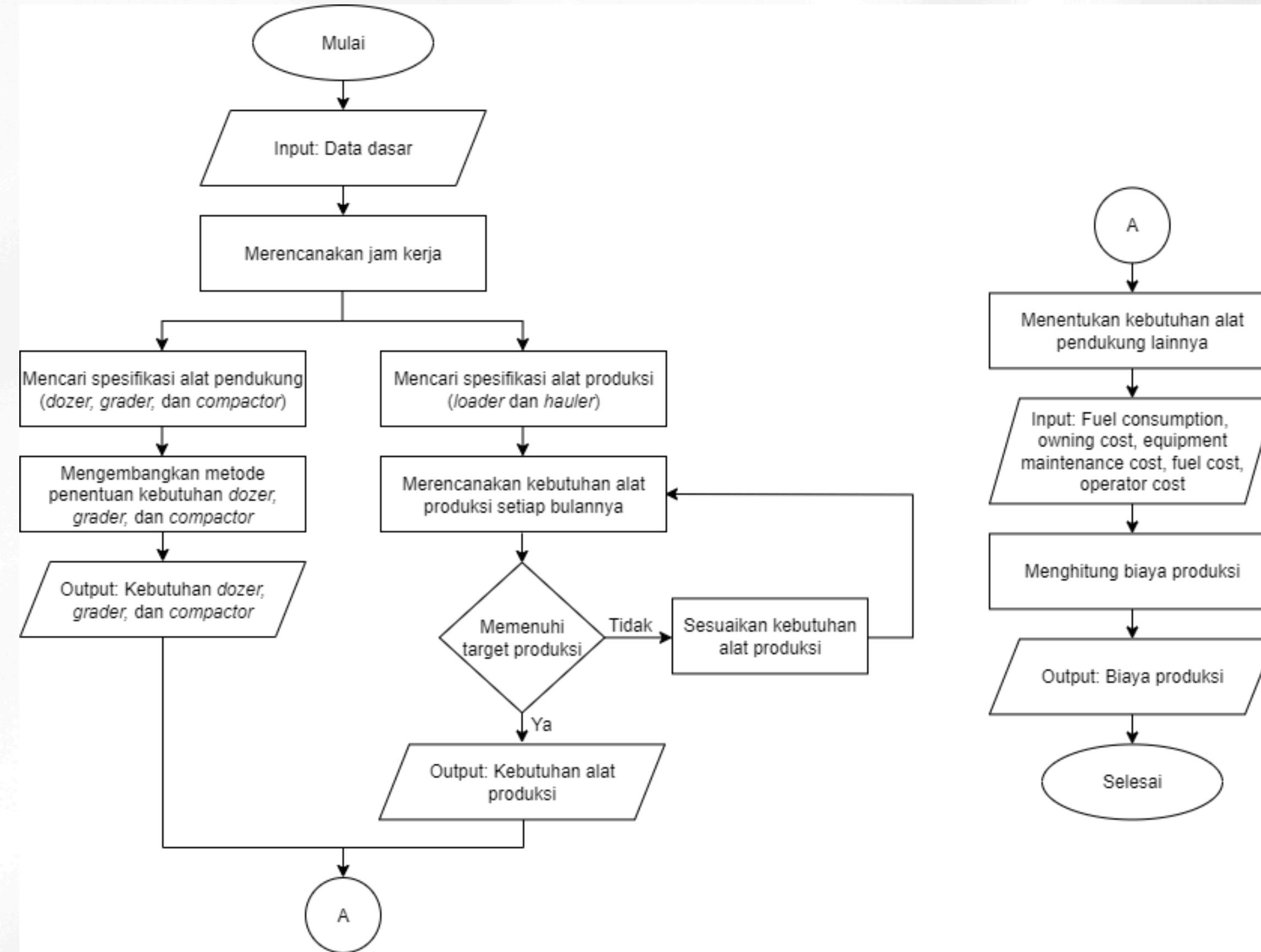
## Batasan Masalah

1. Penelitian dilakukan pada **perencanaan** kegiatan operasional di PT Pertambangan Bumi Anoa di tahun **2026**.
2. Pengembangan metode penentuan alat **difokuskan** pada kebutuhan **alat pendukung:** dozer, grader, dan compactor.
3. Analisis **selain** dozer, grader, dan compactor mengikuti **prosedur dari perusahaan.**

## Manfaat Penelitian

1. Adanya metode penentuan **kebutuhan dozer, compactor, dan grader yang optimal** untuk mencapai target produksi.
2. Adanya **perencanaan manajemen fleet** yang tepat agar pemanfaatan populasi alat lebih efisien.
3. Adanya acuan untuk **perencanaan dan pengendalian biaya penggunaan alat** sehingga operasional lebih efektif dan ekonomis.

# DIAGRAM ALIR PENELITIAN



# DATA DASAR

# DATA DASAR

<b>Target Penggalian Tahun 2026</b>		
Limonite Ore	314.000	Ton
Saprolite Ore	936.000	Ton
Overburden	2.084.000	BCM

<b>Skema Hauling</b>		
<b>Material</b>	<b>ETO</b>	<b>EFO</b>
Limonite Ore	50%	50%
Saprolite Ore	50%	50%

<b>No</b>	<b>Material</b>	<b>Densitas (ton/m<sup>3</sup>)</b>
1	Overburden	1,6
2	Quarry	2
3	Limonite Ore	1,6
4	Saprolit Ore	1,5

<b>Material</b>	<b>Source</b>	<b>Destination</b>	<b>Distance (km)</b>
OB	Pit C	Disposal	0,5
Saprolit	Quarry	Pit C	2
	Pit C	ETO	0,8
	Pit C	EFO	5,3
	ETO	Jetty	7,6
	EFO	Jetty	3,1
	Pit C	ETO	0,8
Limonit	Pit C	EFO	5,3
	ETO	Jetty	7,6
	EFO	Jetty	3,1
	Pit C	ETO	0,8

<b>Geometri Jalan</b>		
Panjang	18.808	m
Lebar alat	2,55	m
Lebar jalan	10,2	m
Luas area	191.842	m <sup>2</sup>



MINERAL ALAM ABADI  
GROUP

# JAM KERJA

# JAM KERJA

## Calendar Time (CT)

$24 \text{ hours} \times 31 \text{ days} = 744 \text{ hours}$

## Unscheduled Time (UT) @holiday / @planned shutdown

$24 \text{ hours} \times 1 \text{ day (holiday)} = 24 \text{ hours}$

## Scheduled Time (ST)

$CT - UT = 744 - 24 = 720 \text{ hours}$

## Safety Talk @0,25 hours/week every monday

$0,25 \text{ hours} \times 4 \text{ days} = 1 \text{ hours}$

## Friday Pray @1 hours/week every friday

$1 \text{ hours} \times 5 \text{ days} = 5 \text{ hours}$

## Early Shift Preparation @0,25 hours/shift

$0,25 \text{ hours} \times 2 \text{ shift} \times 30 \text{ days} = 15 \text{ hours}$

## Shift Change (Normal Shift) @2 hours/day

$2 \text{ hours} \times 26 \text{ days} = 52 \text{ hours}$

## Shift Change (Long Shift) @9 hours/day every sunday

$9 \text{ hours} \times 4 \text{ days} = 36 \text{ hours}$

## Meal and Rest @1 hours/shift

$1 \text{ hours} \times 2 \text{ shift} \times 30 \text{ days} = 60 \text{ hours}$

## Total Standby Time (SB) = 169 hours

## Field Time (FT)

$ST - SB = 720 - 169 = 551 \text{ hours}$

## Non-Controllable Delay (NCD) → faktor alam/cuaca (hujan) @2,68 hours/day

Hujan bulan Januari = 63,2 hours → @2,2 hours/day

## Controllable Delay (CD) → faktor operasional

- Slippery 50% rain hours =  $50\% \times 63,2 \text{ hours} = 31,6 \text{ hours}$
- Refueling & greasing @0,25 hours/shift = 14,36 hours
- Front – road – dump maintenance @1 hours/shift = 57,45 hours
- Total CD =  $31,6 \text{ hours} + 14,36 \text{ hours} + 57,45 \text{ hours} = 103,42 \text{ hours}$

## Working Time (WT)

$FT - NCD - CD = 551 - 63,2 - 103,42 = 384,38 \text{ hours}$

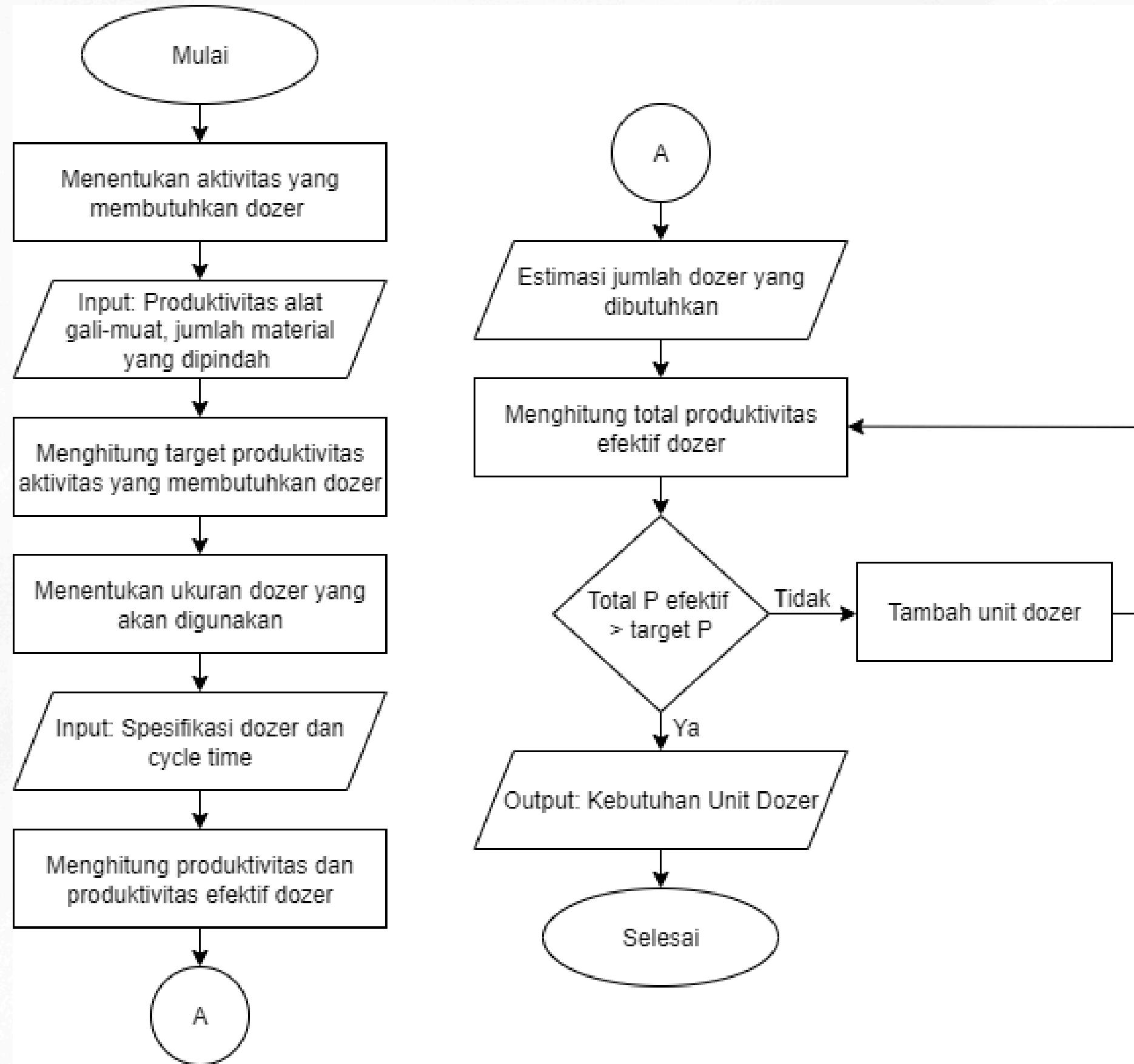


# JAM KERJA

WORK HOURS PLAN			2026				M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
		Ket			Jumlah	Jam	Jam	Jam	Jam	Jam	Jam	Jam	Jam	Jam	Jam	Jam	Jam	
Calendar Time (CT) (=)		CT	24	jam/hari	8760	744	672	744	720	744	720	744	744	720	744	720	744	
Unscheduled Time (UT) (-)		x			96	24	-	24	-	24	-	-	-	-	-	-	24	
Hari Libur Nasional & Keagamaan		x			96	24	-	24	-	24	-	-	-	-	-	-	24	
Scheduled Time (ST) (=)		CT - UT			8664	720	672	720	720	720	720	744	744	720	744	720	720	
Standby Time (SB) (-)		a+b+c+d+e+f			2052	169	159	175	168	176	169	174	180	168	174	176	167	
Safety Talk		a	0.25	jam/minggu	13	1	1	1.25	1	1	1.25	1	1.25	1	1	1.25	1	
Salat Jumat		b	1	jam/minggu	50	5	4	3	4	5	4	5	4	4	5	4	3	
Persiapan Awal Shift (P2H, perjalanan, dll.)		c	0.25	jam/shift	181	15	14	15	15	15	15	16	16	15	16	15	15	
Pergantian Shift (Normal)		d	2	jam/hari	618	52	48	50	52	50	52	54	52	52	54	50	52	
Pergantian Shift (Panjang)		e	9	jam/hari	468	36	36	45	36	45	36	36	45	36	36	45	36	
Makan dan Istirahat		f	1	jam/shift	722	60	56	60	60	60	60	62	62	60	62	60	60	
Field Time (FT) (=)		ST - SB			6613	551	513	546	552	544	552	571	564	552	571	545	553	
Non-Controllable Delay (NCD) (-)		g			922	63	72	80	80	114	115	158	79	46	30	28	57	
Hujan		g	2.68	jam/hari	922	63	72	80	80	114	115	158	79	46	30	28	57	
Controllable Delay (CD) (-)		h+i+j			1322	103	103	111	112	128	129	153	113	95	89	85	101	
Kondisi Licin		h	50%	dari jam hujan	461	32	36	40	40	57	57	79	40	23	15	14	29	
Pengisian BBM & Pelumasan		i	0.25	jam/shift	172	14	13	14	14	14	14	15	15	14	15	14	14	
Perawatan Jalan Tambang/Disposal		j	1	jam/shift	689	57	53	57	57	57	57	59	59	57	59	57	57	
Working Time (WT) (=)		FT - NCD - CD			4368	384	338	355	360	303	308	260	372	411	452	431	395	

# DOZER, GRADER, DAN COMPACTOR

# DOZER



## Production per cycle (q)

$$q = \text{Blade capacity} \times \text{Blade fill factor} = 4.8 \times 0.65 = 3.12 \text{ m}^3$$

## Cycle time

$$C_m = \frac{\text{Haul distance}}{\text{Forward speed}} + \frac{\text{Haul distance}}{\text{Reverse speed}} + \text{Time for gear shifting}$$

$$C_m = \frac{12}{50} + \frac{12}{83} + 0.1 = 0.484 \text{ minutes}$$

## Hourly production (Productivity)

$$\text{Productivity} = \text{Production per cycle} \times \frac{60}{\text{Cycle time}} \times \text{Grade factor} \times \text{Job efficiency}$$

$$\text{Productivity} = 3.12 \times \frac{60}{0.484} \times 0.75 \times 0.7 = 203.06 \text{ m}^3/\text{hour}$$

## Effective Productivity

$$\text{Effective productivity} = \text{Productivity} \times \text{PA} = 203.06 \times 92\% = 187 \text{ m}^3/\text{hour}$$

## Total Effective Productivity

$$\text{Total effective productivity} = n \text{ Unit} \times \text{Effective productivity}$$

## Target Productivity

$$Q_{\text{fleet}} = \min(Q_{\text{loader}}, Q_{\text{hauler}})$$

# DOZER

**Production per cycle (q)**

$$q = \text{Blade capacity} \times \text{Blade fill factor} = 4.8 \times 0.65 = 3.12 \text{ m}^3$$

**Cycle time**

$$C_m = \frac{\text{Haul distance}}{\text{Forward speed}} + \frac{\text{Haul distance}}{\text{Reverse speed}} + \text{Time for gear shifting}$$

$$C_m = \frac{12}{50} + \frac{12}{83} + 0.1 = 0.484 \text{ minutes}$$

**Hourly production (Productivity)**

$$\text{Productivity} = \text{Production per cycle} \times \frac{60}{\text{Cycle time}} \times \text{Grade factor} \times \text{Job efficiency}$$

$$\text{Productivity} = 3.12 \times \frac{60}{0.484} \times 0.75 \times 0.7 = 203.06 \text{ m}^3/\text{hour}$$

**Effective Productivity**

$$\text{Effective productivity} = \text{Productivity} \times \text{PA} = 203.06 \times 92\% = 187 \text{ m}^3/\text{hour}$$

**Total Effective Productivity**

$$\text{Total effective productivity} = n \text{ Unit} \times \text{Effective productivity}$$

**Target Productivity**

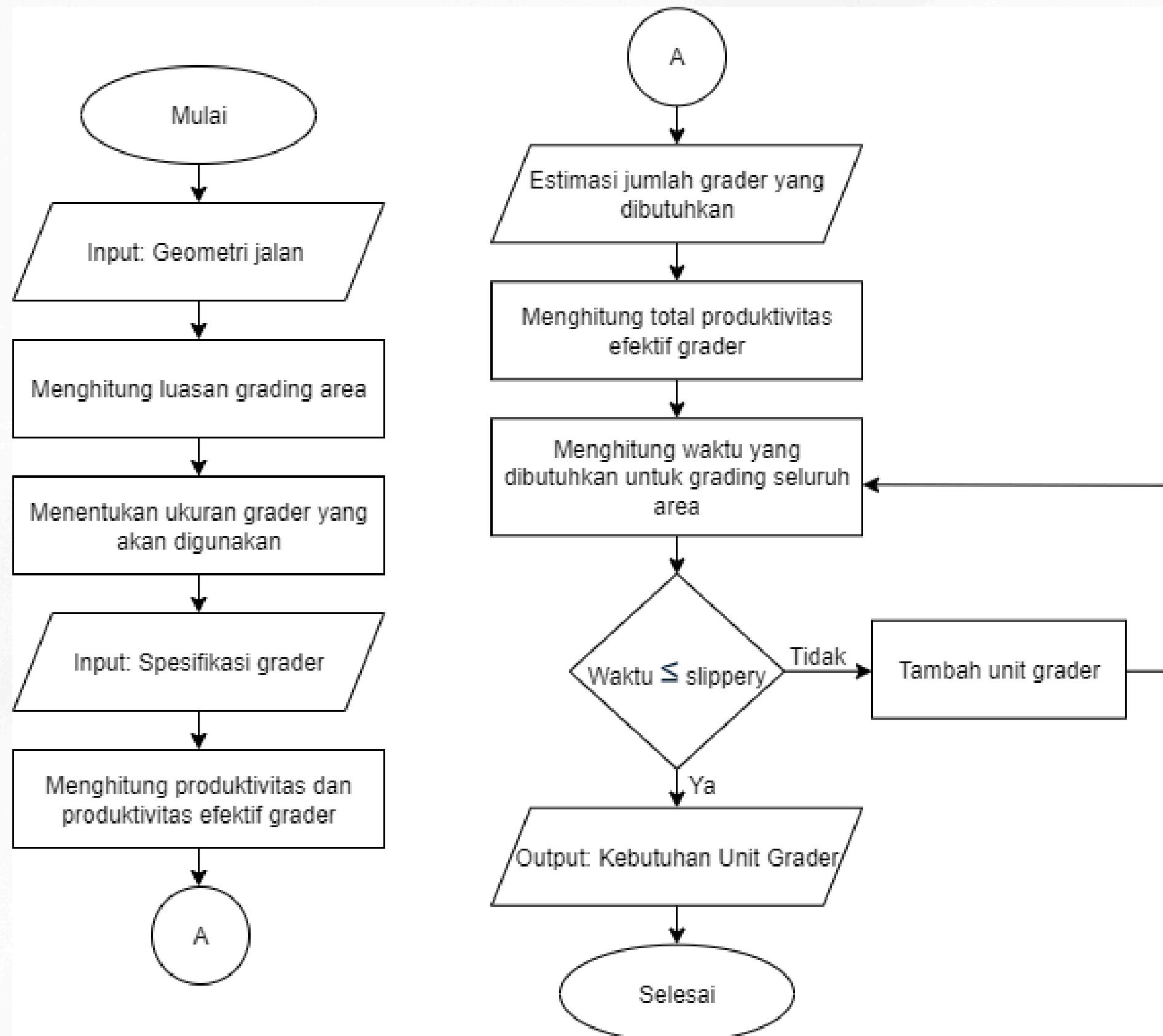
$$Q_{\text{fleet}} = \min(Q_{\text{loader}}, Q_{\text{hauler}})$$

<b>Dozer D65</b>			
<b>Dozer Requirements</b>	<b>n Unit</b>	<b>Total Effective Productivity (BCM/hour)</b>	<b>Productivity Target (BCM/hour)</b>
Dozer OB Disposal	3	560	532
Dozer Lim ETO	1	187	137
Dozer Lim EFO	1	187	146
Dozer General	1	187	



**Dozer D65**  
Crawler type tractor

# GRADER



## Productivity

$$\text{Productivity} = \text{Effective blade width} \times \text{Speed} = 4,28 \times 7.000 = 29.960 \text{ m}^2/\text{hour}$$

## Effective Productivity

$$\text{Effective productivity} = \text{Productivity} \times \text{Operating Efficiency} \times PA$$

$$\text{Effective productivity} = 29.960 \times 70\% \times 92\% = 19.294 \text{ m}^2/\text{hour}$$

## Total Effective Productivity

$$\text{Total effective productivity} = \text{Effective productivity} \times n \text{ unit}$$

$$\text{Total effective productivity} = 19.294 \times 8 = 154.354 \text{ m}^2/\text{hour}$$

## Hours Required

$$\text{Hours required} = \frac{\text{Grading area}}{\text{Total effective productivity}} = \frac{191.846}{154.354} = 1,2 \text{ hour}$$

## Days Required

$$\text{Days required} = \frac{\text{Slippery}}{\text{Hours required}} = \frac{1,27}{1,2} = 0,98 \text{ day}$$

# GRADER

Grader GD825A-2		
Grading Area	191.846	sq.m
PA	92	%
Operating Efficiency	70	%
n Unit	8	
Speed	7.000	m/hour
Effective Blade Width	4,28	m
Productivity	29.960	sq.m/hour
Effective Productivity	19.294	sq.m/hour
Total Effective Productivity	154.354	sq.m/hour
Time Required		
Slippery	1,27	hours
Hours Required	1,2	hours
Days Required	0,98	day

## Productivity

$$\text{Productivity} = \text{Effective blade width} \times \text{Speed} = 4,28 \times 7.000 = 29.960 \text{ m}^2/\text{hour}$$

## Effective Productivity

$$\text{Effective productivity} = \text{Productivity} \times \text{Operating Efficiency} \times PA$$

$$\text{Effective productivity} = 29.960 \times 70\% \times 92\% = 19.294 \text{ m}^2/\text{hour}$$

## Total Effective Productivity

$$\text{Total effective productivity} = \text{Effective productivity} \times n \text{ unit}$$

$$\text{Total effective productivity} = 19.294 \times 8 = 154.354 \text{ m}^2/\text{hour}$$

## Hours Required

$$\text{Hours required} = \frac{\text{Grading area}}{\text{Total effective productivity}} = \frac{191.846}{154.354} = 1,2 \text{ hour}$$

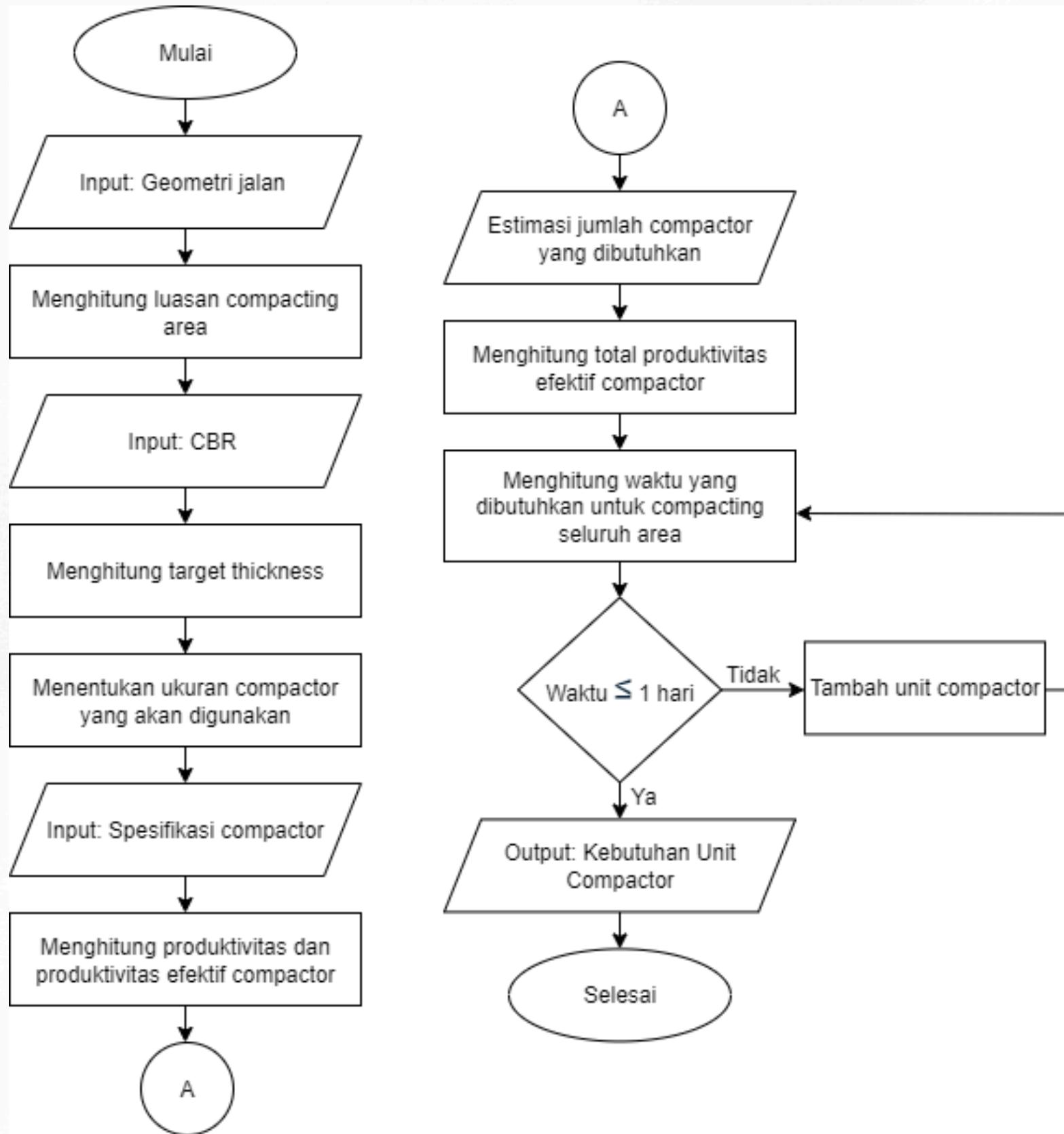
## Days Required

$$\text{Days required} = \frac{\text{Slippery}}{\text{Hours required}} = \frac{1,27}{1,2} = 0,98 \text{ day}$$



Grader GD825A-2

# COMPACTOR



## Passes Required

$$\text{Passes required} = \frac{\text{Thickness target}}{\text{Thickness per cycle}} \times n \text{ pass per cycle} = \frac{0,75}{0,75} \times 4 = 4$$

## Productivity

$$\text{Productivity} = \frac{\text{Speed} \times \text{Roller width}}{\text{Passes required}} = \frac{5000 \times 2,134}{4} = 2.668 \text{ m}^2/\text{hour}$$

## Effective Productivity

$$\text{Effective productivity} = \text{Productivity} \times \text{Operating Efficiency} \times PA$$

$$\text{Effective productivity} = 2.668 \times 70\% \times 92\% = 1.718 \text{ m}^2/\text{hour}$$

## Total Effective Productivity

$$\text{Total effective productivity} = \text{Effective productivity} \times n \text{ unit}$$

$$\text{Total effective productivity} = 1.718 \times 8 = 13.743 \text{ m}^2/\text{hour}$$

## Hours Required

$$\text{Hours required} = \frac{\text{Compaction area}}{\text{Total effective productivity}} = \frac{191.846}{13.743} = 14 \text{ hour}$$

## Days Required

$$\text{Days required} = \frac{\text{Effective working hour}}{\text{Hours required}} = \frac{22,3}{15} = 1,16 \text{ day}$$

# COMPACTOR

Target Compaction		
CBR average	16.04	%
Surface course	25	cm
Base course	50	cm
Total thickness	75	cm

Compactor CS68B		
Compaction Area	191.846	sq.m
Thickness Target	0,75	m
PA	92	%
Operating Efficiency	70	%
n Unit	8	
n Pass per Cycle	4	
Thickness per Cycle	0.75	m
Passes Required	4	
Speed	5,000	m/hour
Roller Width	2,13	m
Productivity	2.668	sq.m/hour
Effective Productivity	1.718	sq.m/hour
Total Effective Productivity	13.743	sq.m/hour

Time Required		
EWH	12	hour
Hours Required	14	hour
Days Required	1,16	days

## Passes Required

$$\text{Passes required} = \frac{\text{Thickness target}}{\text{Thickness per cycle}} \times n \text{ pass per cycle} = \frac{0,75}{0,75} \times 4 = 4$$

## Productivity

$$\text{Productivity} = \frac{\text{Speed} \times \text{Roller width}}{\text{Passes required}} = \frac{5000 \times 2,134}{4} = 2.668 \text{ m}^2/\text{hour}$$

## Effective Productivity

$$\text{Effective productivity} = \text{Productivity} \times \text{Operating Efficiency} \times PA$$

$$\text{Effective productivity} = 2.668 \times 70\% \times 92\% = 1.718 \text{ m}^2/\text{hour}$$

## Total Effective Productivity

$$\text{Total effective productivity} = \text{Effective productivity} \times n \text{ unit}$$

$$\text{Total effective productivity} = 1.718 \times 8 = 13.743 \text{ m}^2/\text{hour}$$

## Hours Required

$$\text{Hours required} = \frac{\text{Compaction area}}{\text{Total effective productivity}} = \frac{191.846}{13.743} = 14 \text{ hour}$$

## Days Required

$$\text{Days required} = \frac{\text{Effective working hour}}{\text{Hours required}} = \frac{22,3}{15} = 1,16 \text{ day}$$



**Compactor CS68B**

# ALAT PRODUKSI

# LOADER

EXC PC300		
Heap	1.87	LCM
Cycle Time	26	s
Bucket Fill Factor	1.05	
Operating Efficiency	69%	
Effective Loader CT	38	s
Effective Bucket Capacity	1.96	LCM
Productivity	187	LCM/Hour
Loader Serving Capacity	16	Trip/Hour

Source: Atkinson, T. (1971). The elements of mining (3rd ed.). McGraw-Hill.

Table 13.11. Operating efficiency factors for mining machinery (Atkinson, 1971).

Job conditions	Management conditions			
	Excellent	Good	Fair	Poor
1. Excellent	.84	.81	.76	.70
2. Good	.78	.75	.71	.65
3. Fair	.72	<b>.69</b>	.65	.60
4. Poor	.63	.61	.57	.52

\*Berdasarkan arahan pembimbing yang didasari kondisi historis penambangan aktual

## Effective Cycle Time (CT eff)

$$CT_{eff} = \frac{CT}{OE} = \frac{26\ s}{0,69} = 38\ s$$

## Effective Bucket Capacity (EBC)

$$EBC = Heap \times BFF = 1,87\ LCM \times 1,05 = 1,96\ LCM$$

## Productivity (LCM/hour)

$$P = \frac{EBC \times 3600}{CT_{eff}} = \frac{1.96\ LCM \times 3600}{38\ s} = 187\ LCM/hour$$



**Komatsu PC300**

# LOADER

EXC PC200		
Heap	0.96	LCM
Cycle Time	22	s
Bucket Fill Factor	1.05	
Operating Efficiency	69%	
Effective Loader CT	32	s
Effective Bucket Capacity	1.01	LCM
Productivity	114	LCM/Hour
Loader Serving Capacity	19	Trip/Hour

Source: Atkinson, T. (1971). The elements of mining (3rd ed.). McGraw-Hill.

Table 13.11. Operating efficiency factors for mining machinery (Atkinson, 1971).

Job conditions	Management conditions			
	Excellent	Good	Fair	Poor
1. Excellent	.84	.81	.76	.70
2. Good	.78	.75	.71	.65
3. Fair	.72	69	.65	.60
4. Poor	.63	.61	.57	.52

\*Berdasarkan arahan pembimbing yang didasari kondisi historis penambangan aktual

## Effective Cycle Time (CT eff)

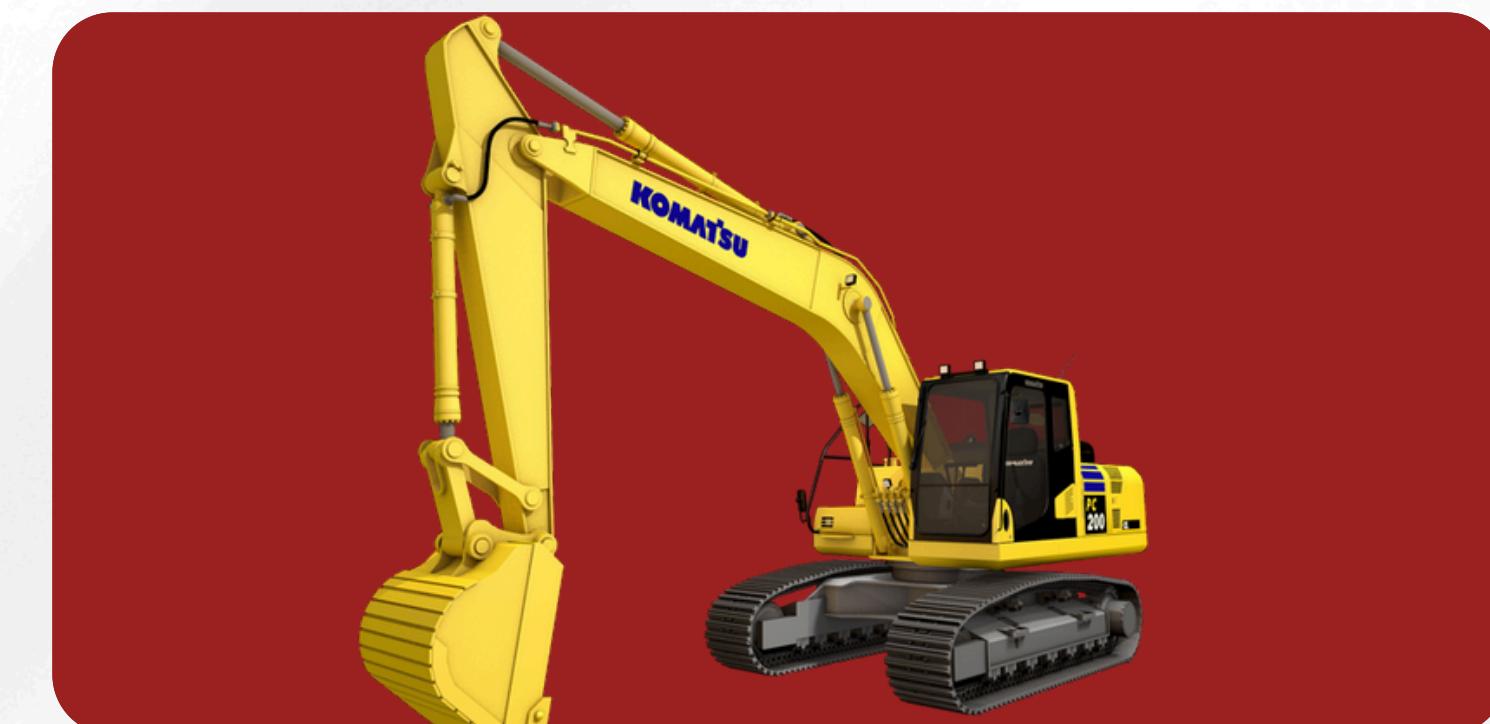
$$CT_{eff} = \frac{CT}{OE} = \frac{22\ s}{0,69} = 32\ s$$

## Effective Bucket Capacity (EBC)

$$EBC = Heap \times BFF = 0,96\ LCM \times 1,05 = 1,01\ LCM$$

## Productivity (LCM/hour)

$$P = \frac{EBC \times 3600}{CT_{eff}} = \frac{1.01\ LCM \times 3600}{32\ s} = 114\ LCM/hour$$



Komatsu PC200

# HAULER

DT HANVAN G7		
Spotting	60	s
Dumping	90	s
Operating Efficiency	75%	
Swell Factor	1	
Queueing	0	s
Speed	20	km/h

Source: Atkinson, T. (1971). The elements of mining (3rd ed.). McGraw-Hill.

**Table 13.11. Operating efficiency factors for mining machinery (Atkinson, 1971).**

Job conditions	Management conditions			
	Excellent	Good	Fair	Poor
1. Excellent	.84	.81	.76	.70
2. Good	.78	.75	.71	.65
3. Fair	.72	.69	.65	.60
4. Poor	.63	.61	.57	.52



## XCMG HANVAN G7

\*Berdasarkan arahan pembimbing yang didasari kondisi historis penambangan aktual

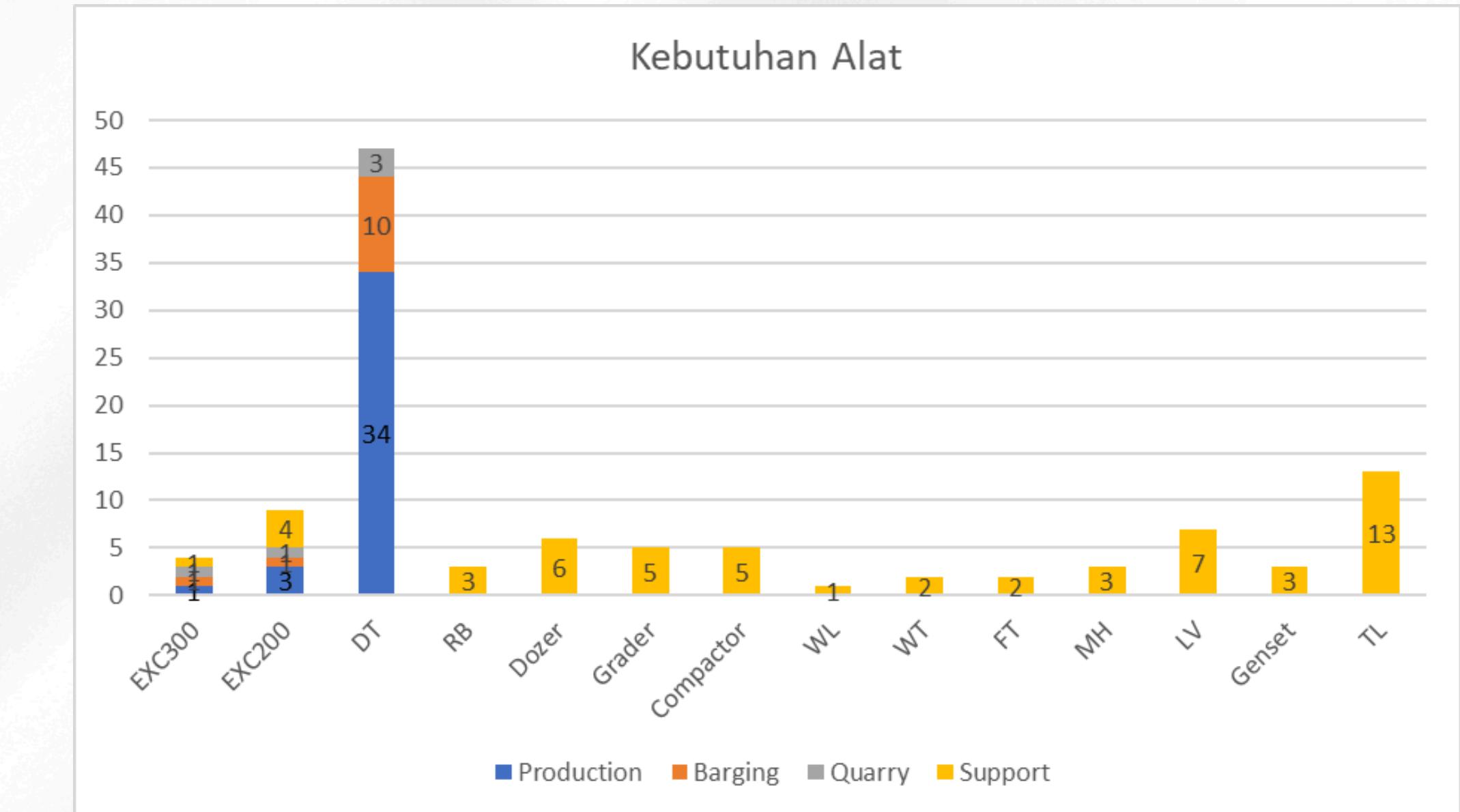


MINERAL ALAM ABADI  
GROUP

# MANAJEMEN FLEET

# KEBUTUHAN ALAT

Total Equipment		
	PA	Jumlah Kebutuhan
EXC300	92%	10
EXC200	92%	17
Dump Truck	92%	47
Rock Breaker	92%	3
Dozer	92%	6
Grader	85%	5
Compactor	92%	5
Wheel Loader	92%	1
Water Truck	92%	2
Fuel Truck	92%	2
Man Haul	85%	3
Light Vehicle	92%	7
Genset	85%	3
Tower Lamp	85%	13



# FLEET MANAGEMENT OVERVIEW

Fleet	Distance	EXC PC300	EXC PC200	DT Hanvan G7
Pit C - OB - Disposal (1)	0.5 km	1	1	3
Pit C - OB - Disposal (2)	0.5 km	1	1	3
Pit C - OB - Disposal (3)	0.5 km	1	1	3
Pit C - OB - Disposal (4)	0.5 km	1	1	2
Pit C - OB - Disposal (5)	0.5 km	1	1	2
Pit C - OB - Disposal (6)	0.5 km	1	1	3
Pit C - OB - Disposal (7)	0.5 km	1	1	3
Pit C - OB - Disposal (8)	0.5 km	1	1	3
Quarry - Quarry - Pit C	2 km	1	1	3
Pit C - Lim - ETO	0.8 km	1	2	3
Pit C - Lim - EFO	5.3 km	1	2	10
ETO - Lim - Jetty	7.6 km	1	1	15
EFO - Lim - Jetty	3.1 km	1	1	6
Pit C - Sap - ETO	0.8 km	1	3	4
Pit C - Sap - EFO	5.3 km	1	3	7
ETO - Sap - Jetty	7.6 km	1	1	13
EFO - Sap - Jetty	3.1 km	1	1	7



# MINERAL ALAM ABADI

G R O U P

# FLEET MANAGEMENT



# MINERAL ALAM ABADI

G R O U P

# FLEET MANAGEMENT



# MINERAL ALAM ABADI

G R O U P

# FLEET MANAGEMENT



# MINERAL ALAM ABADI

G R O U P

# FLEET MANAGEMENT



# MINERAL ALAM ABADI

G R O U P

# FLEET MANAGEMENT



# MINERAL ALAM ABADI

# FLEET MANAGEMENT



# MINERAL ALAM ABADI

G R O U P

# FLEET MANAGEMENT



# FLEET MANAGEMENT



# MINERAL ALAM ABADI

G R O U P

# FLEET MANAGEMENT

# BIAYA PRODUKSI

# PERHITUNGAN BIAYA PRODUKSI

## Yearly Cost (USD/Year)

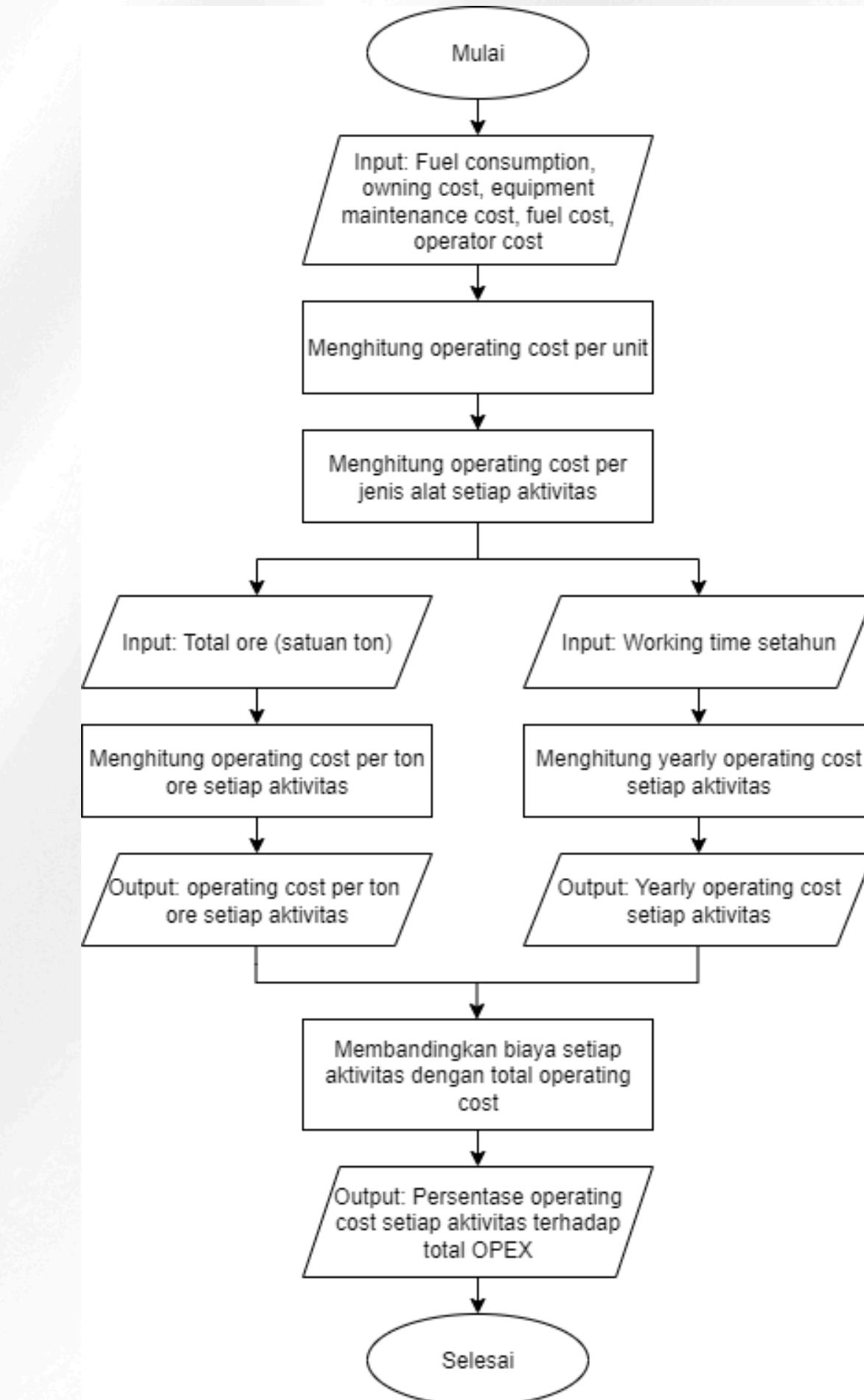
Cost (USD/Day) = Total Cost (USD/Hour/Unit) × Equipment HM Plan (Hour/Day) × n Unit

Cost (USD/Year) = Penjumlahan Cost (USD/Day) setahun

## Cost per Tonnage Ore (USD/Ton Ore)

$$\text{Cost (USD/Ton Ore)} = \frac{\text{Cost (USD/Year)}}{\text{Total Ore (Ton/Year)}}$$

Parameter	Nominal	Sumber Data
Fuel Price	IDR 18,000	Data Internal BCPM
USD to IDR Exchange Rate	IDR 16,393	JISDOR Bank Indonesia



# OPERATING COST

Category	Fuel Consumption (Liter/Hour/Unit)	Owning Cost (USD/Hour/Unit)	Equipment Maintenance Cost (USD/Hour/Unit)	Fuel Cost (USD/Hour/Unit)	Operator Cost (USD/Hour/Unit)	Operating Cost (USD/Hour/Unit)
EXC300	22	5.77	1.68	24.26	2.38	34.10
EXC200	16	3.01	1.71	17.65	2.38	24.74
DT	8	2.21	9.45	8.82	2.38	22.86
RB	20	7.10	1.68	17.65	2.38	28.82
Dozer	24	4.84	3.21	21.18	2.38	31.61
Grader	16	3.53	6.89	14.12	2.38	26.92
Compactor	14	2.33	0.95	12.35	2.38	18.02
WL	16	2.14	3.70	14.12	2.38	22.33
WT	5	3.10	0.48	4.41	2.38	10.37
FT	5	2.52	0.70	2.76	2.38	8.35
MH	12	1.29	0.24	6.62	2.38	10.52
LV	2	0.89	0.14	1.76	0.00	2.79
Genset	7	0.37	0.18	7.72	0.00	8.28
TL	4	0.42	0.03	2.21	0.00	2.66

**Operating Cost = Owning Cost + Equipment Maintenance Cost + Fuel Cost + Operator Cost**

# OVERBURDEN STRIPPING COST

Category	OB Stripping Cost	
	(USD/Ton Ore)	(USD/Year)
EXC300	0.381	656,105
EXC200	0.276	476,088
DT	0.698	1,205,184
Total	USD 1.355	USD 2,337,377
20.3% of Total OPEX	IDR 22,177	IDR 38,316,634,210

# QUARRY STRIPPING COST

Category	Quarry Stripping Cost	
	(USD/Ton Ore)	(USD/Year)
EXC300	0.086	148,466
EXC200	0.062	107,731
DT	0.173	299,046
Total	USD 0.321	USD 555,243
4.8% of Total OPEX	IDR 5,268	IDR 9,102,108,599

# SAPROLITE ETO PRODUCTION COST

Category	Sap_ETO Production Cost	
	(USD/Ton Ore)	(USD/Year)
EXC300	0.042	72,895
EXC200	0.092	158,683
DT	0.113	195,770
<b>Total</b>	<b>USD 0.247</b>	<b>USD 427,349</b>
<b>3.7% of Total OPEX</b>	<b>IDR 4,054</b>	<b>IDR 7,005,541,269</b>

# SAPROLITE EFO PRODUCTION COST

Category	Sap_EFO Production Cost	
	(USD/Ton Ore)	(USD/Year)
EXC300	0.086	148,466
EXC200	0.187	323,193
DT	0.404	697,774
<b>Total</b>	<b>USD 0.677</b>	<b>USD 1,169,434</b>
<b>10.1% of Total OPEX</b>	<b>IDR 11,095</b>	<b>IDR 19,170,536,803</b>



MINERAL ALAM ABADI  
G R O U P

# LIMONITE ETO PRODUCTION COST

Category	Lim_ETO Production Cost	
	(USD/Ton Ore)	(USD/Year)
EXC300	0.022	37,327
EXC200	0.031	54,171
DT	0.044	75,186
Total	USD 0.096	USD 166,685
1.4% of Total OPEX	IDR 1,581	IDR 2,732,467,787

# LIMONITE EFO PRODUCTION COST

Category	Lim_EFO Production Cost	
	(USD/Ton Ore)	(USD/Year)
EXC300	0.022	37,291
EXC200	0.031	54,119
DT	0.145	250,382
Total	USD 0.198	USD 341,793
3.0% of Total OPEX	IDR 3,242	IDR 5,603,025,352

# SAPROLITE HAULING COSTS TO BARGE

Category	Barging_Sap Hauling Cost	
	(USD/Ton Ore)	(USD/Year)
EXC300	0.122	211,598
EXC200	0.089	153,541
DT	0.839	1,449,298
<b>Total</b>	<b>USD 1.050</b>	<b>USD 1,814,438</b>
<b>15.7% of Total OPEX</b>	<b>IDR 17,215</b>	<b>IDR 29,744,088,100</b>

# LIMONITE HAULING COSTS TO BARGE

Category	Barging_Lim Hauling Cost	
	(USD/Ton Ore)	(USD/Year)
EXC300	0.043	73,847
EXC200	0.031	53,585
DT	0.297	512,416
<b>Total</b>	<b>USD 0.371</b>	<b>USD 639,848</b>
<b>5.6% of Total OPEX</b>	<b>IDR 6,070</b>	<b>IDR 10,489,041,892</b>



# SUPPORT COST

Category	Support Cost	
	(USD/Ton Ore)	(USD/Year)
EXC300	0.057	98,664
EXC200	0.268	460,948
RB	0.218	376,556
Dozer	0.478	825,958
Grader	0.543	938,441
Compactor	0.363	627,699
WL	0.056	97,278
WT	0.052	90,417
FT	0.042	72,875
MH	0.08	137,481
LV	0.049	85,154
Genset	0.063	107,987
TL	0.087	150,454
<b>Total</b>	<b>USD 2.356</b>	<b>USD 4,069,912</b>
<b>35.3% of Total OPEX</b>	<b>IDR 38,615</b>	<b>IDR 66,718,081,628</b>



# TOTAL EQUIPMENT COST

Category	Total Operating Cost	
	(USD/Ton Ore)	(USD/Year)
EXC300	0.859	1,484,661.58
EXC200	1.066	1,842,062.82
DT	2.712	4,685,059.00
RB	0.218	376,556.26
Dozer	0.478	825,957.64
Grader	0.543	938,441.00
Compactor	0.363	627,699.00
WL	0.056	97,277.51
WT	0.052	90,416.68
FT	0.042	72,875.24
MH	0.08	137,481.27
LV	0.049	85,154.14
Genset	0.063	107,986.68
TL	0.087	150,454.43
Total	USD 6.669	USD 11,522,084
100% of Total OPEX	IDR 109,321	IDR 188,881,525,646

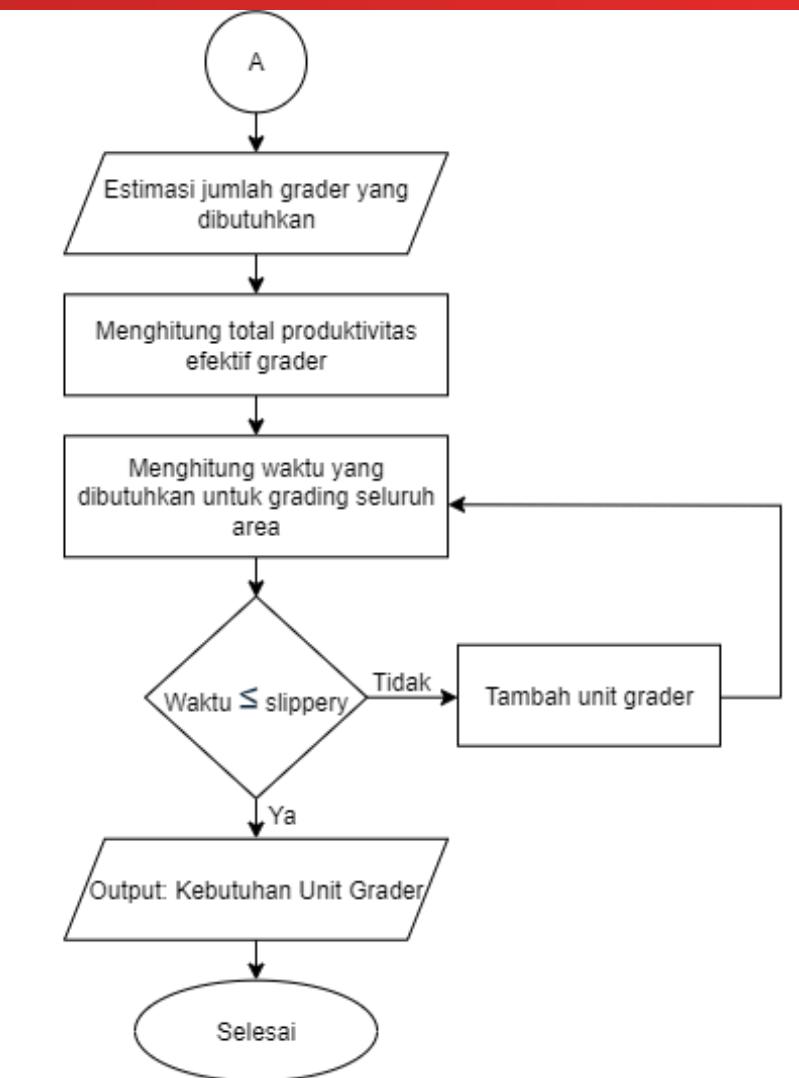
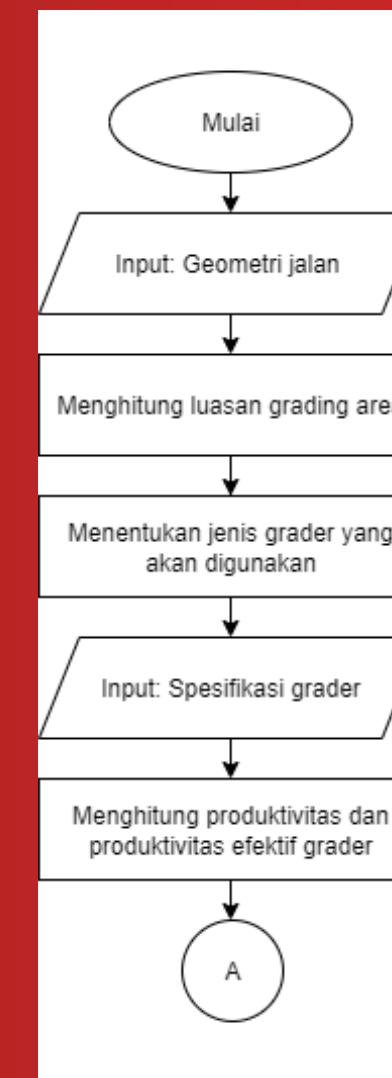
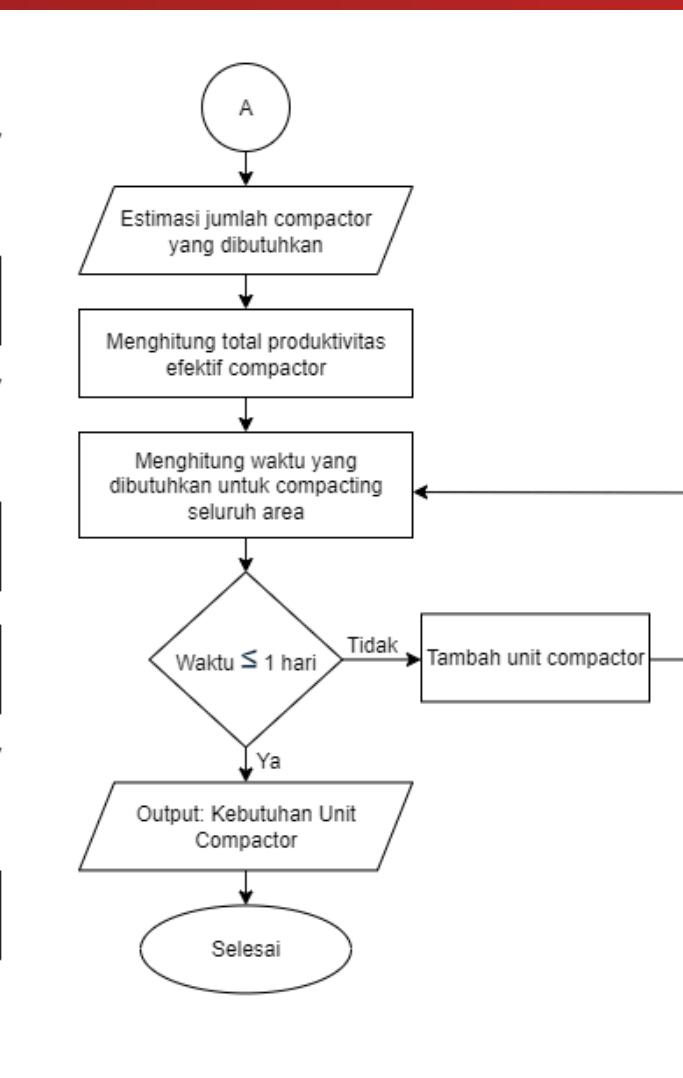
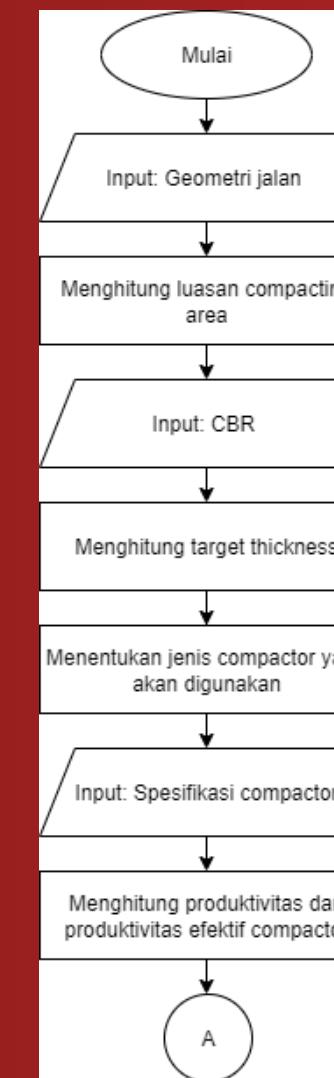
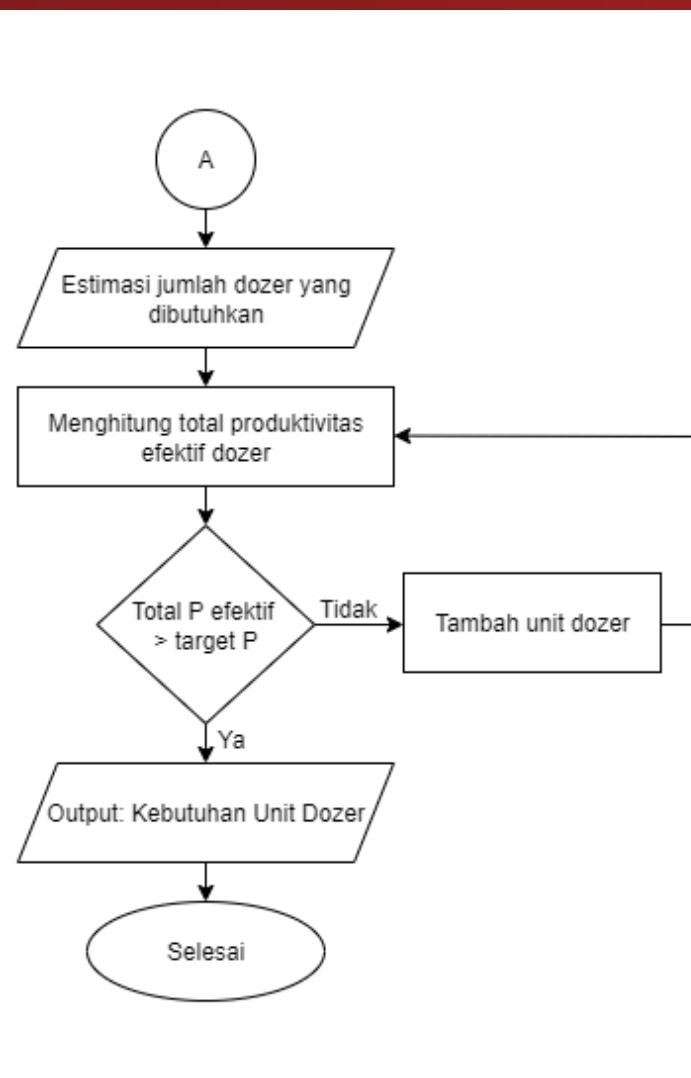
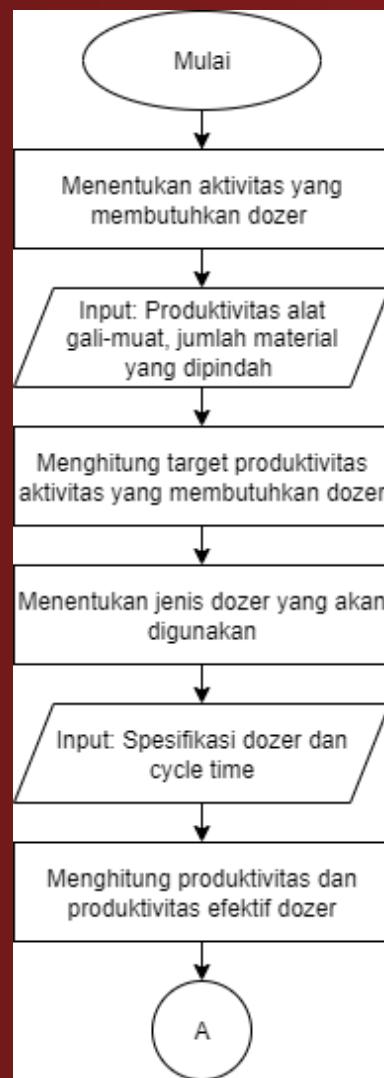
# OPERATING COST SUMMARY

Cost Category	Total Operating Cost		% of Total OPEX
	(USD/Ton Ore)	(USD/Year)	
OB Stripping	1,353	2.337.377	20.3%
Quarry Stripping	0,321	555.243	4.8%
Sap_ETO Production	0,247	427.349	3.7%
Sap_EFO Production	0,677	1.169.434	10.1%
Lim_ETO Production	0,096	166.685	1.4%
Lim_EFO Production	0,198	341.793	3.0%
Barging_Lim Hauling	0,371	639.848	5.6%
Barging_Sap Hauling	1,050	1.814.438	15.7%
Support	2,356	4.069.912	35.3%
<b>Total</b>	<b>6,669</b>	<b>11.522.084</b>	<b>100%</b>

# KESIMPULAN DAN SARAN

# KESIMPULAN

1. Untuk mencapai target produksi, dibutuhkan **6 dozer, 5 compactor, dan 5 grader** yang ditentukan berdasarkan metode penentuan sebagai berikut.



# KESIMPULAN

2. Manajemen *fleet* yang tepat untuk mencapai target produksi dan selaras dengan persebaran populasi alat setiap bulannya adalah sebagai berikut:

Fleet	Distance	EXC PC300	EXC PC200	DT Hanvan G7
Pit C - OB - Disposal	0.5 km	1	1	3
Pit C - OB - Disposal	0.5 km	1	1	3
Pit C - OB - Disposal	0.5 km	1	1	3
Pit C - OB - Disposal	0.5 km	1	1	2
Pit C - OB - Disposal	0.5 km	1	1	2
Pit C - OB - Disposal	0.5 km	1	1	3
Pit C - OB - Disposal	0.5 km	1	1	3
Pit C - OB - Disposal	0.5 km	1	1	3
Quarry - Quarry - Pit C	2 km	1	1	3
Pit C - Lim - ETO	0.8 km	1	2	3
Pit C - Lim - EFO	5.3 km	1	2	10
ETO - Lim - Jetty	7.6 km	1	1	15
EFO - Lim - Jetty	3.1 km	1	1	6
Pit C - Sap - ETO	0.8 km	1	3	4
Pit C - Sap - EFO	5.3 km	1	3	7
ETO - Sap - Jetty	7.6 km	1	1	13
EFO - Sap - Jetty	3.1 km	1	1	7



## KESIMPULAN

3. Total biaya produksi yang dibutuhkan adalah USD6,669/Ton Ore, sehingga dibutuhkan **USD11.522.084** pada tahun 2026.

# SARAN

1. Memperluas **lingkup analisis** pada jenis **alat pendukung** lainnya agar perencanaan kebutuhan alat dapat dilakukan dengan **lebih komprehensif**.
2. Diperlukan **penelitian lebih lanjut** mengenai tingkat **penurunan daya dukung jalan tambang** sehingga perhitungan kebutuhan **compactor** dan **grader** lebih akurat.
3. Perhitungan **biaya produksi** dapat dilengkapi dengan **biaya tidak langsung** yang juga berpengaruh terhadap **total biaya produksi**.
4. Diperlukan **pengumpulan data primer** langsung di lapangan, penggunaan **data operasional terbaru**, serta **validasi parameter** dengan kondisi aktual site agar hasilnya dapat lebih **merepresentasikan kondisi aktual PT PBA**.



# DAFTAR PUSTAKA

Atkinson, T. (1971). *The elements of mining* (3rd ed.). McGraw-Hill.

Caterpillar Inc. (2022). *Caterpillar performance handbook* (50th ed.).  
Caterpillar Inc.

Komatsu Ltd. (2023). *Komatsu product catalog: Hydraulic excavators, dozers, and graders*. Komatsu Ltd.

Hartman, H. L., & Mutmansky, J. M. (2002). *Introductory mining engineering* (2nd ed.). Wiley.

Society for Mining, Metallurgy, and Exploration (SME). (2011). *SME mining engineering handbook* (3rd ed., P. Darling, Ed.). SME.



MINERAL ALAM ABADI  
GROUP

# STRATEGI DIVERSIFIKASI PORTOFOLIO KOMODITAS DALAM MENGHADAPI FLUKTUASI HARGA NIKEL

Periode Magang 1-31 Agustus 2025

Pembimbing: Ir. Harristio Adam, S.T.



MINERAL ALAM ABADI  
GROUP



## DAFTAR ISI

- 01 PENDAHULUAN
- 02 HBA & HMA
- 03 PENGOLAHAN DATA
- 04 KESIMPULAN

# PENDAHULUAN



# LATAR BELAKANG

Mineral Alam Abadi (MAA) Group saat ini masih berfokus pada komoditas nikel, dengan aktivitas bahan galian lain yang terbatas. Fluktuasi harga nikel di pasar global membuat perusahaan memiliki **risiko tinggi** bila hanya **mengandalkan satu komoditas**.

Diperlukan **strategi diversifikasi portofolio** untuk menjaga stabilitas pendapatan. Analisis korelasi antar-komoditas membantu mengidentifikasi komoditas yang berpotensi **mengimbangi penurunan harga nikel**, sekaligus mendukung keberlanjutan bisnis.

# Rumusan Masalah

1. Bagaimana strategi diversifikasi portofolio komoditas MAA Group **untuk menghadapi fluktuasi harga komoditas nikel?**
2. Komoditas apa saja yang **berkorelasi rendah** terhadap harga nikel dan berpotensi menjadi **komoditas diversifikasi** dalam portofolio perusahaan?
3. Bagaimana **rekomendasi** komposisi portofolio yang optimal bagi MAA Group?

# Tujuan Penelitian

1. Merumuskan strategi diversifikasi portofolio komoditas MAA Group guna menghadapi fluktuasi harga nikel.
2. Mengidentifikasi komoditas yang berkorelasi rendah terhadap harga nikel sebagai alternatif diversifikasi portofolio.
3. Memberikan rekomendasi komposisi portofolio yang optimal bagi MAA Group.

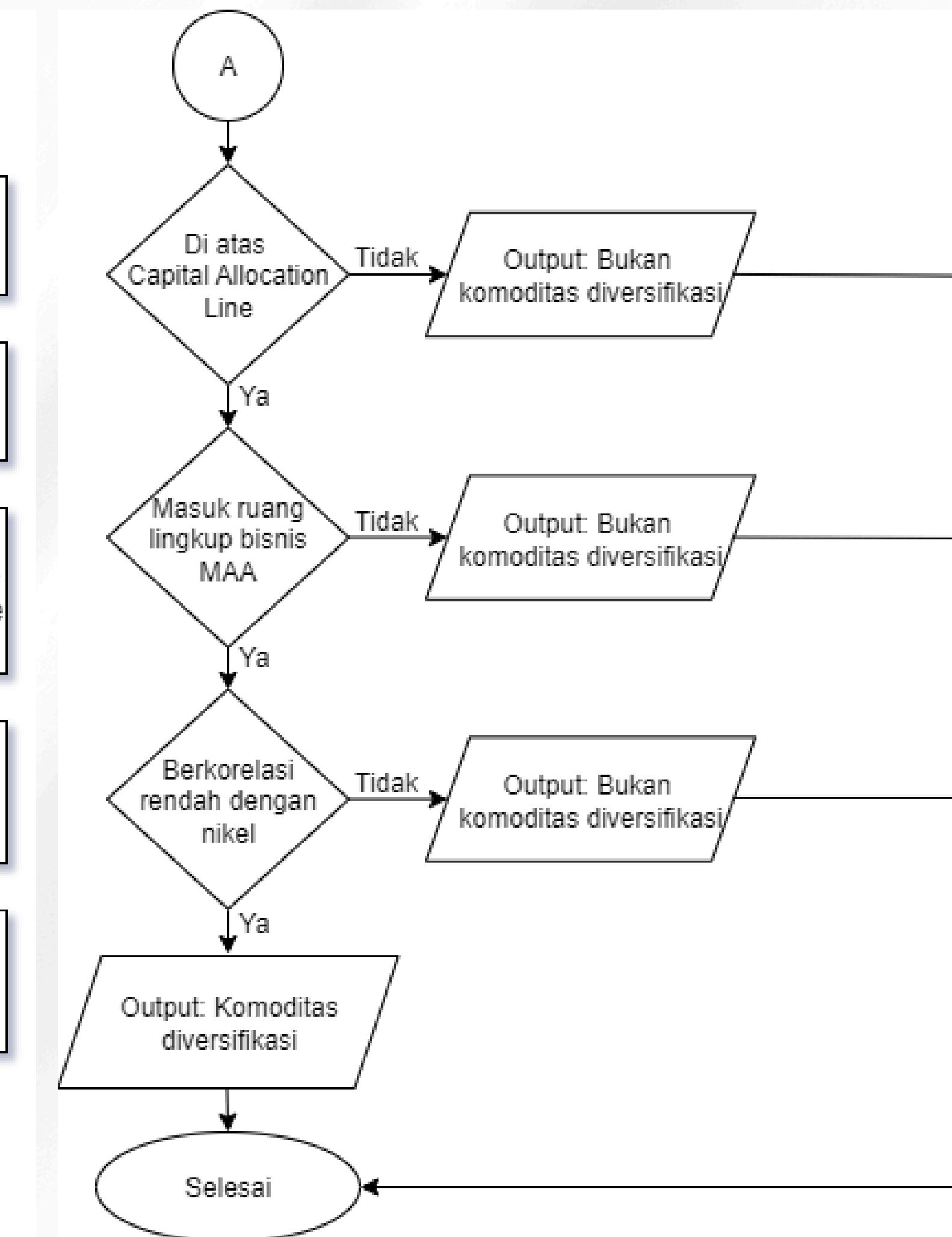
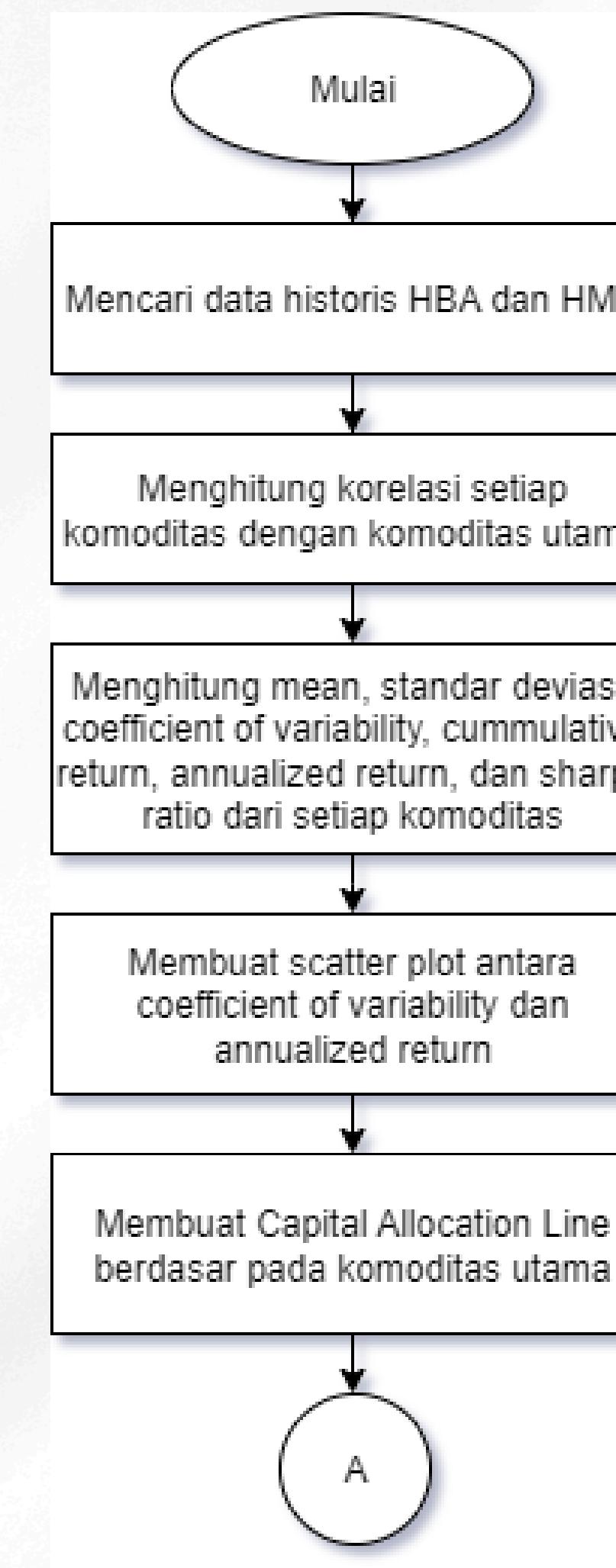
## Batasan Masalah

1. Analisis hanya mencakup **komoditas yang relevan** dengan potensi MAA Group.
2. Data **harga komoditas** yang digunakan adalah data historis dalam **periode tertentu**.
3. Tidak membahas aspek biaya penambangan maupun biaya pendukung lainnya.
4. Fokus pada **hubungan antar-komoditas** untuk keperluan strategi portofolio.

## Manfaat Penelitian

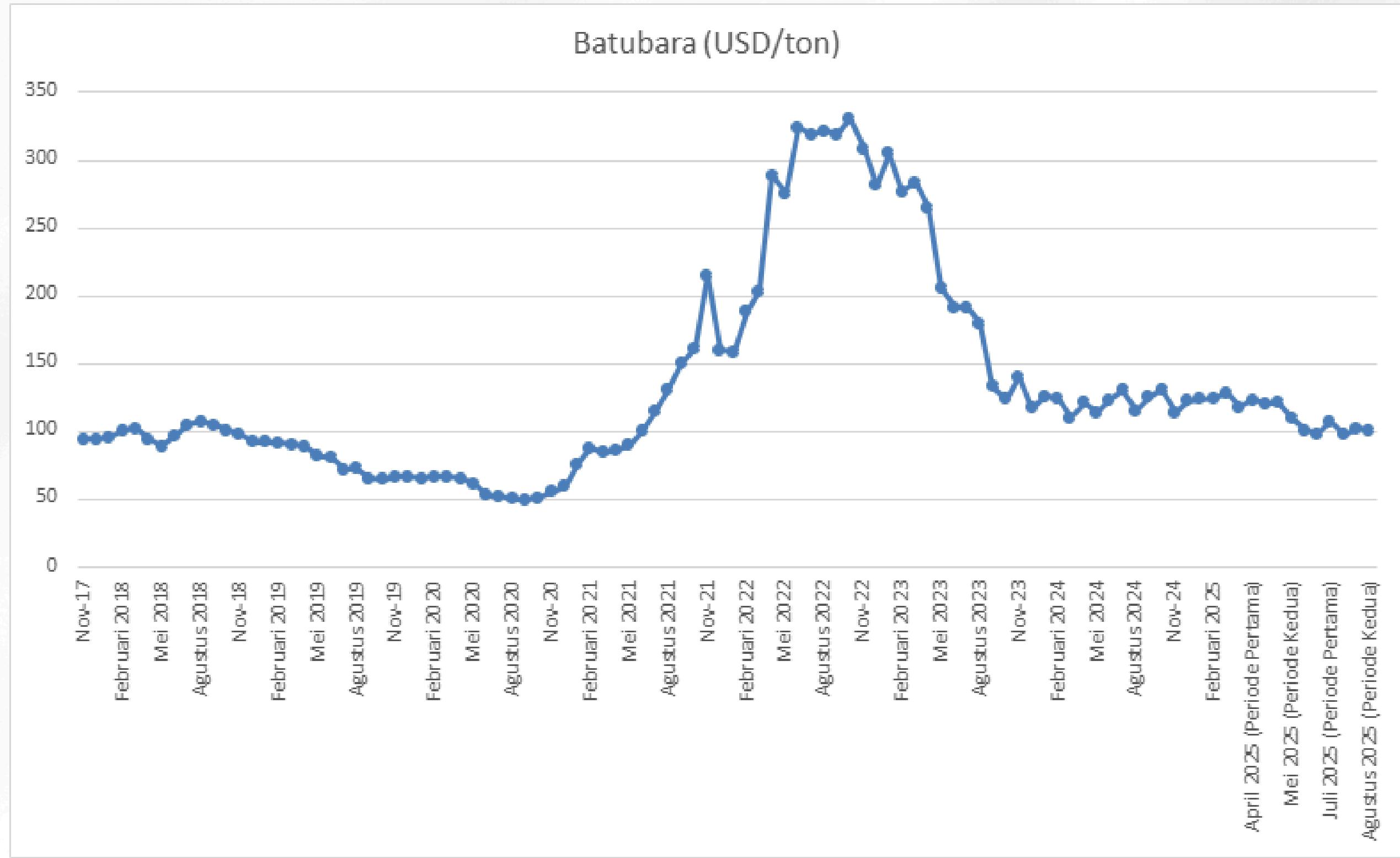
Adanya **rekomendasi** penyusunan strategi diversifikasi portofolio berbasis data harga komoditas dengan **metode ERC** bagi MAA Group.

# DIAGRAM ALIR PENELITIAN



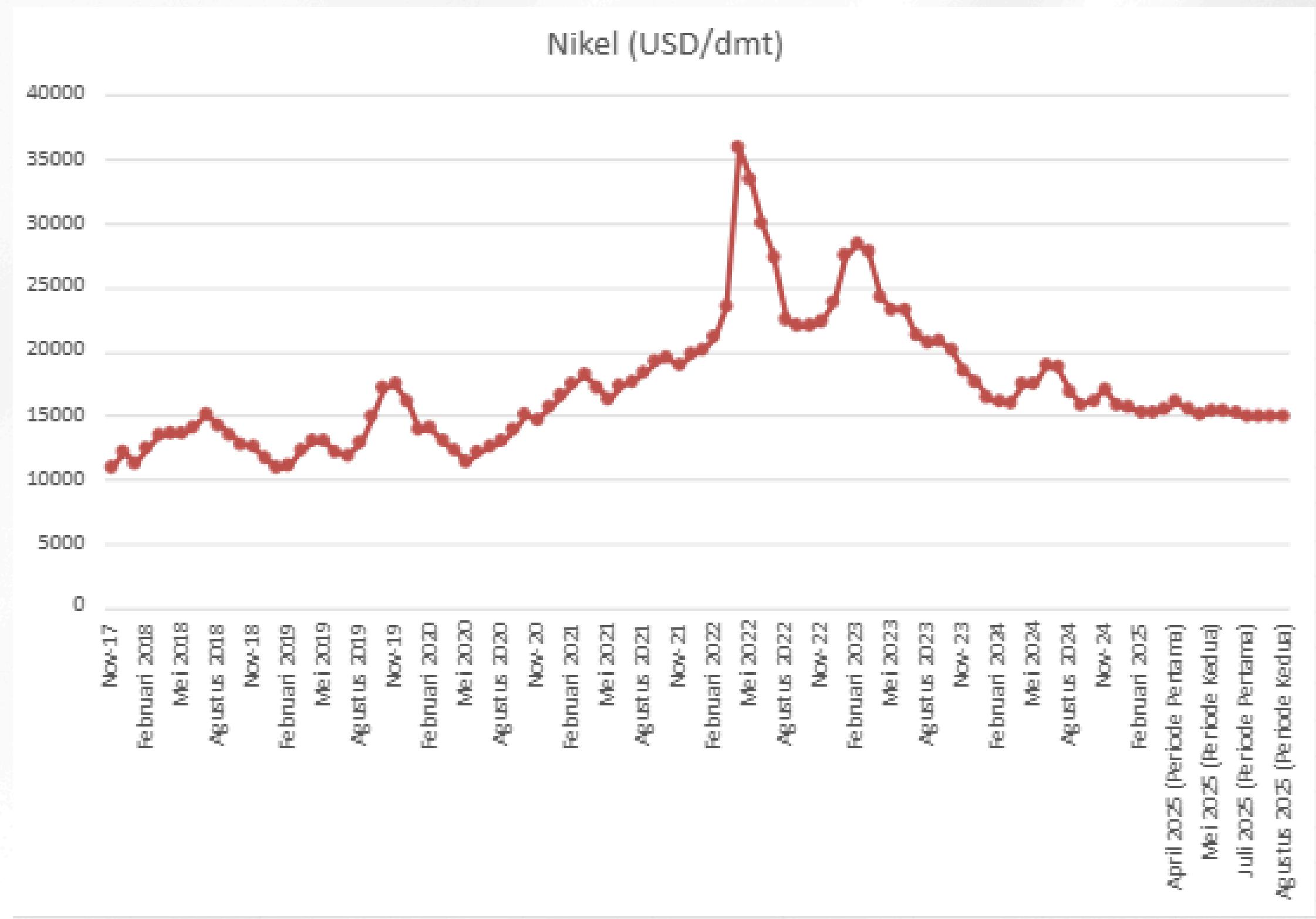
# HARGA BATUBARA ACUAN DAN HARGA MINERAL ACUAN

# Harga Batubara Acuan (Nov 2017 - Aug 2025)



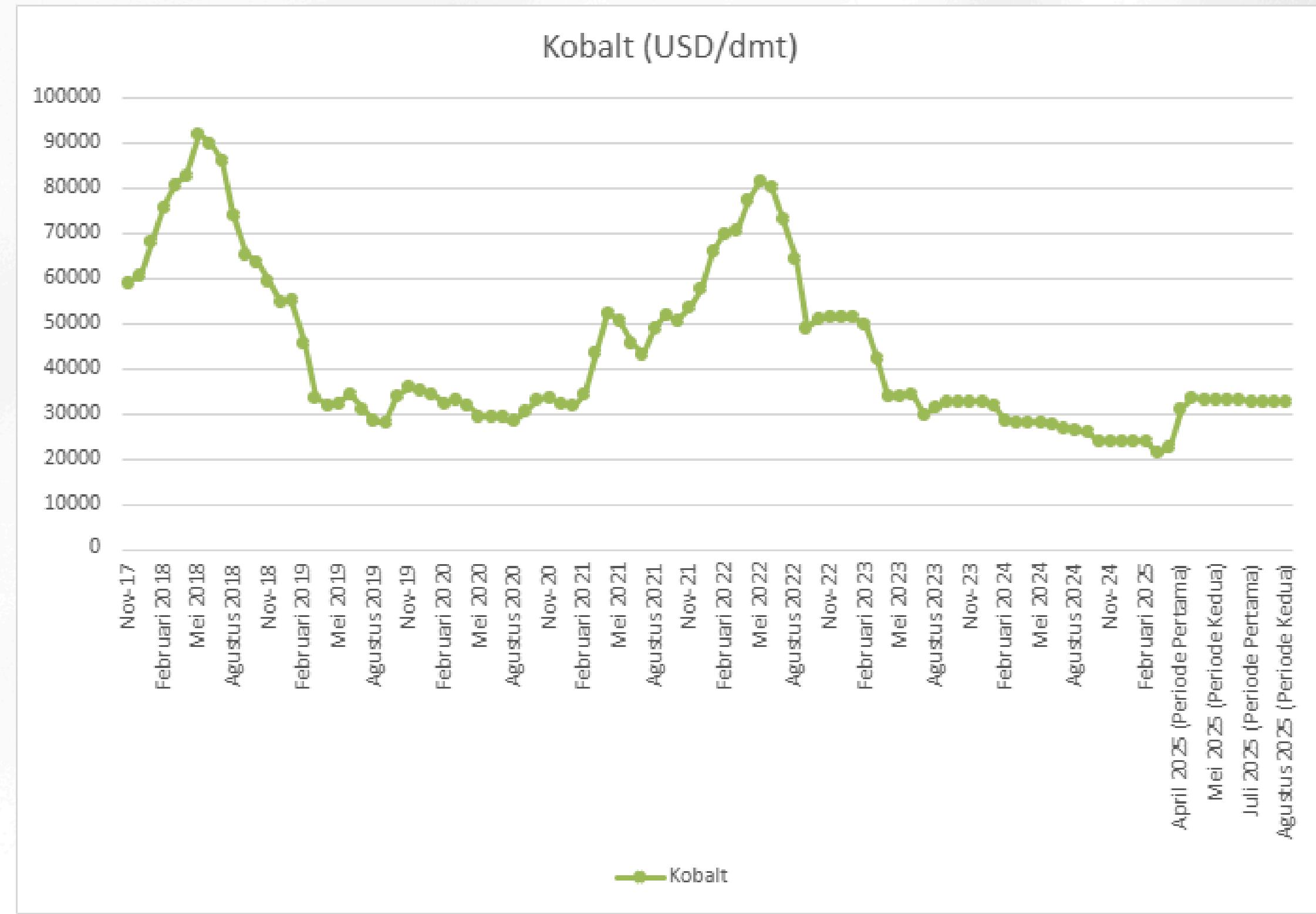


## Harga Mineral Acuan (Nov 2017 - Aug 2025)





## Harga Mineral Acuan (Nov 2017 - Aug 2025)

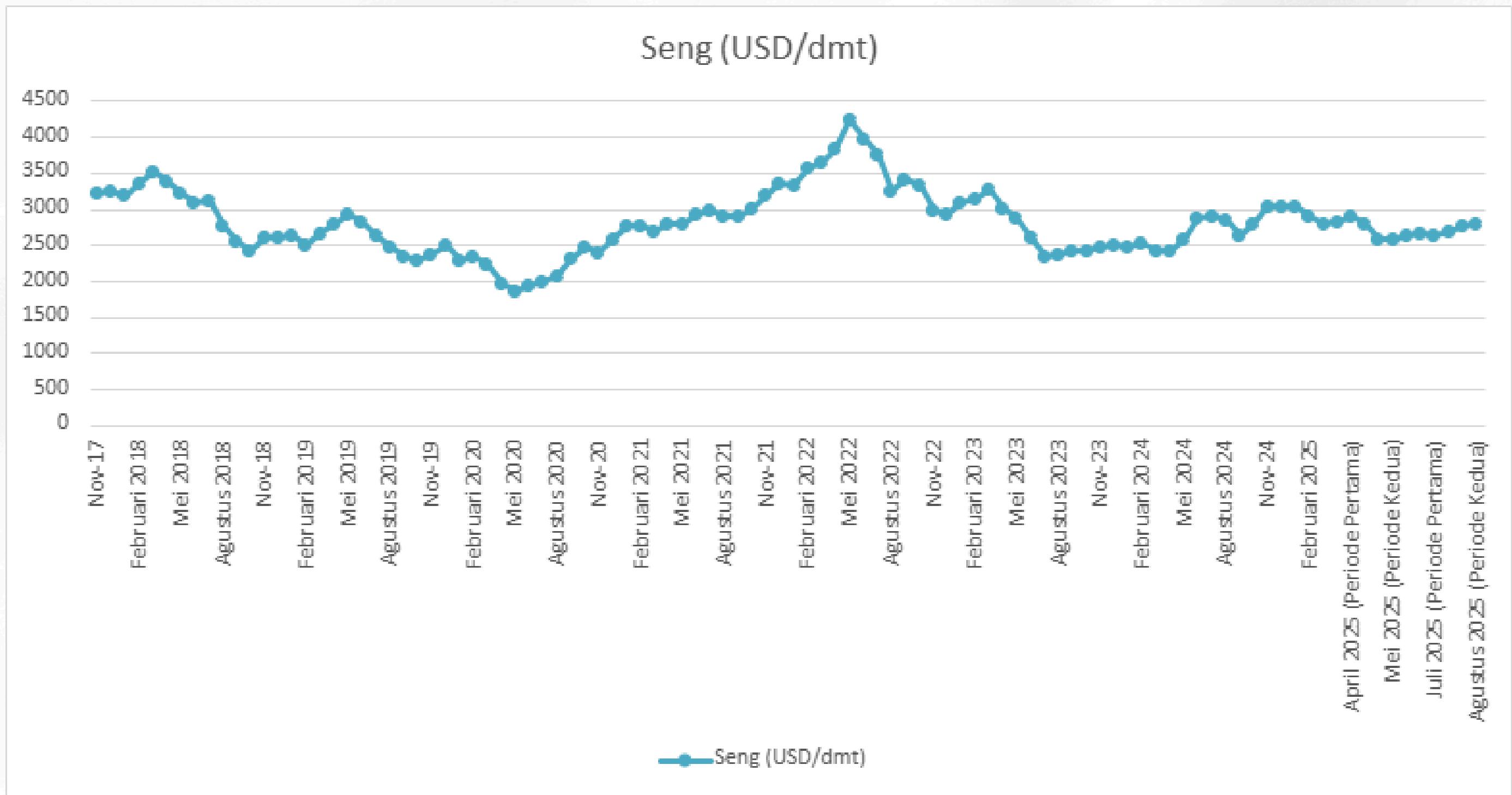




## Harga Mineral Acuan (Nov 2017 - Aug 2025)

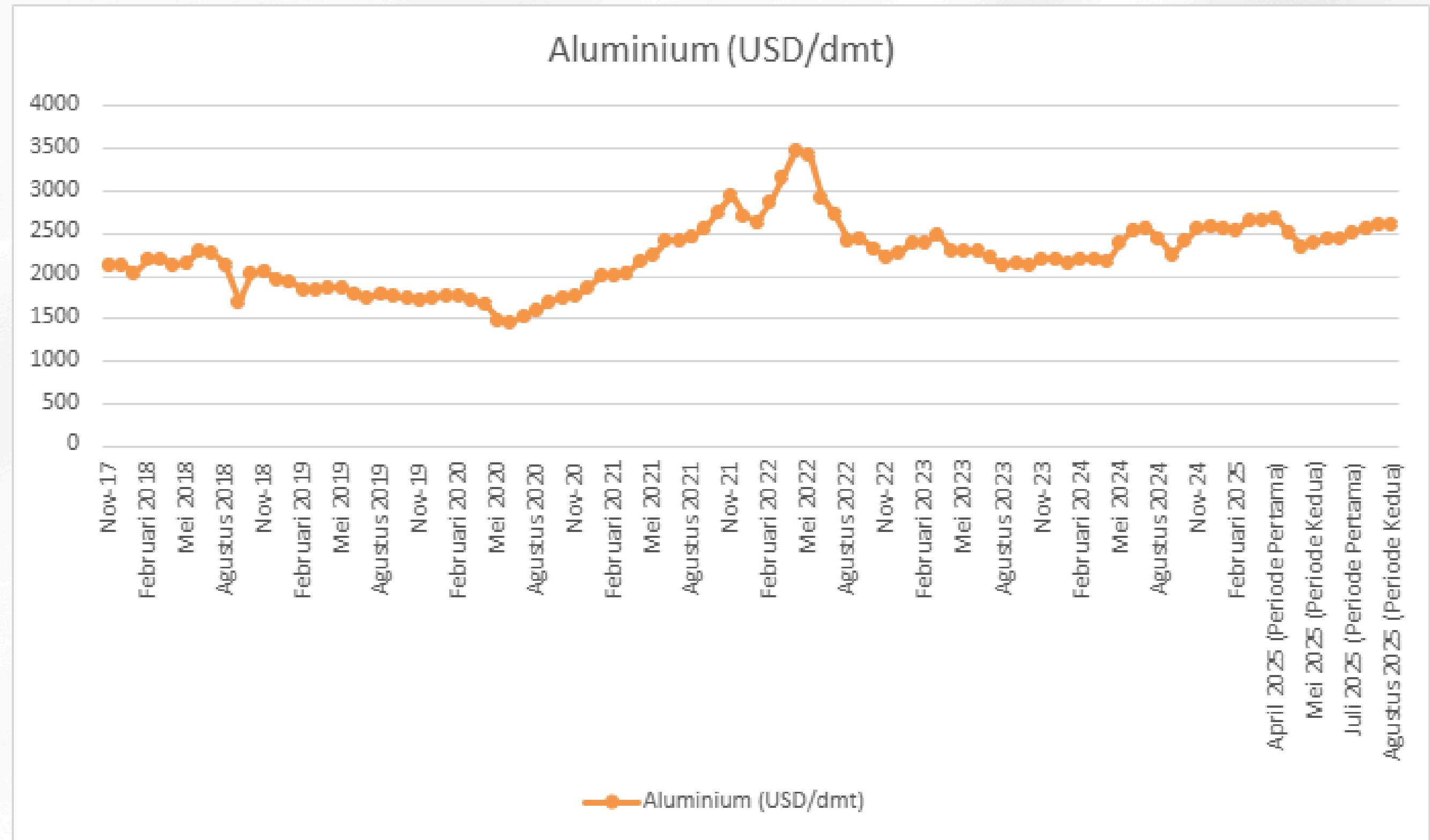


# Harga Mineral Acuan (Nov 2017 - Aug 2025)



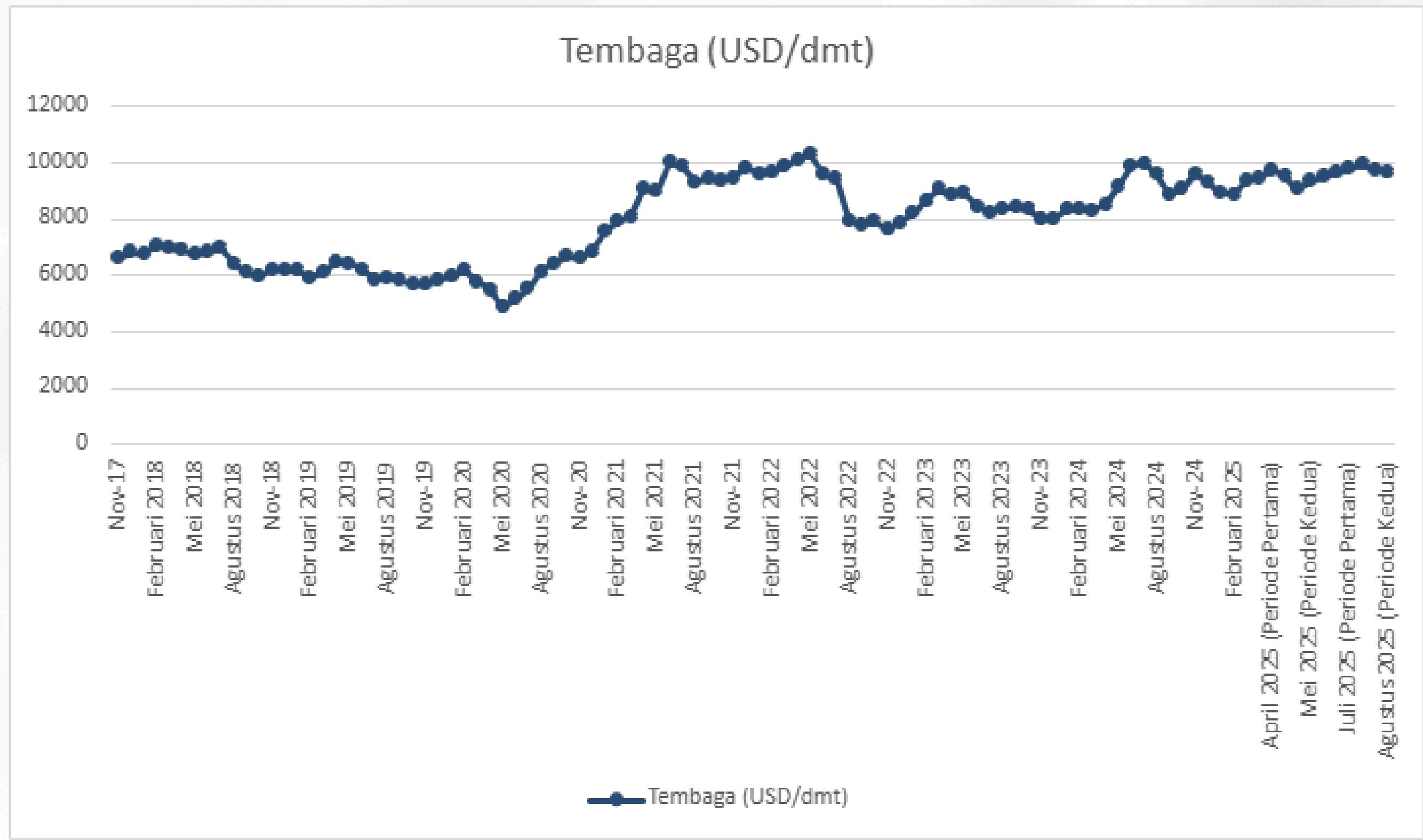


## Harga Mineral Acuan (Nov 2017 - Aug 2025)



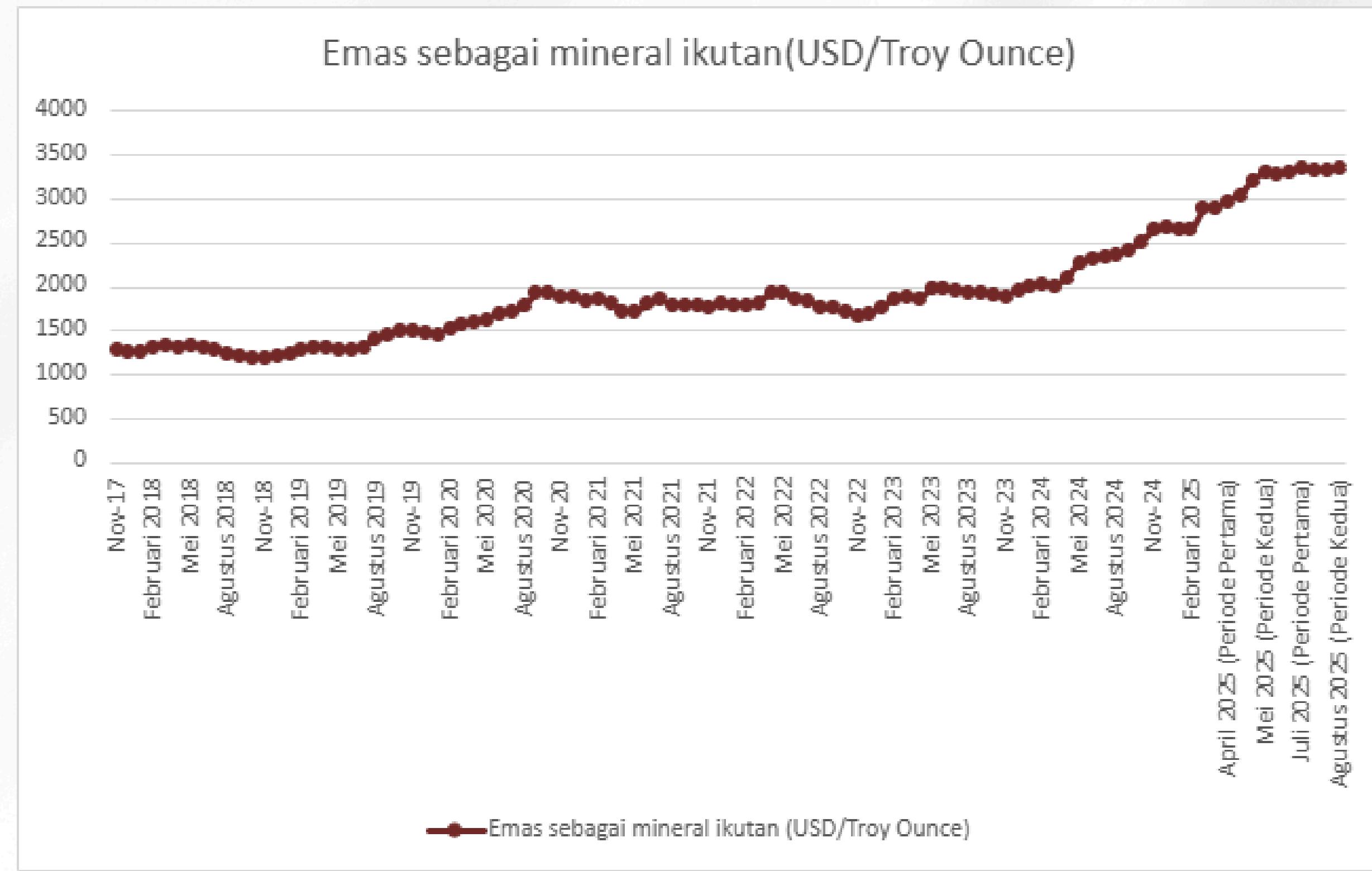


## Harga Mineral Acuan (Nov 2017 - Aug 2025)



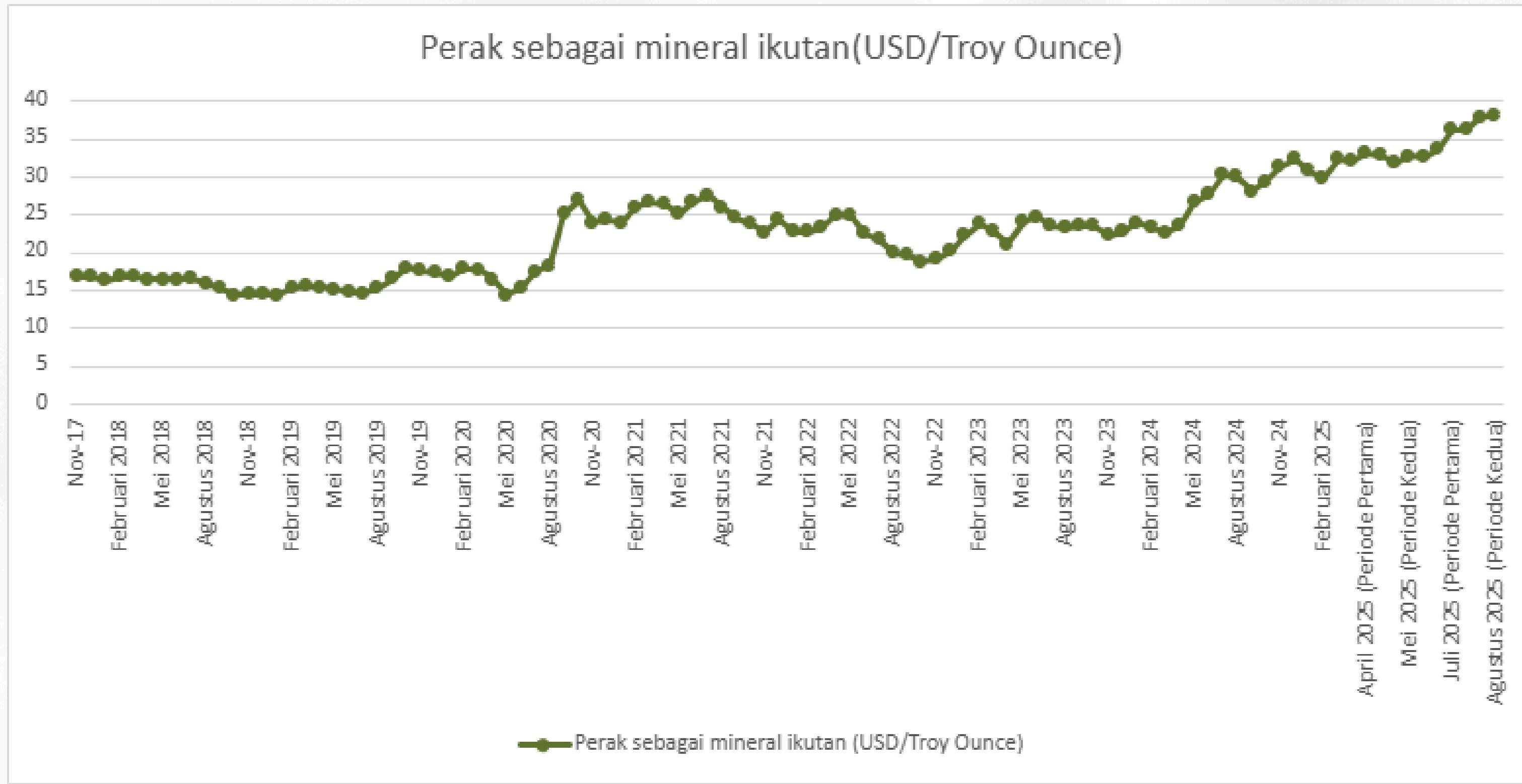


## Harga Mineral Acuan (Nov 2017 - Aug 2025)



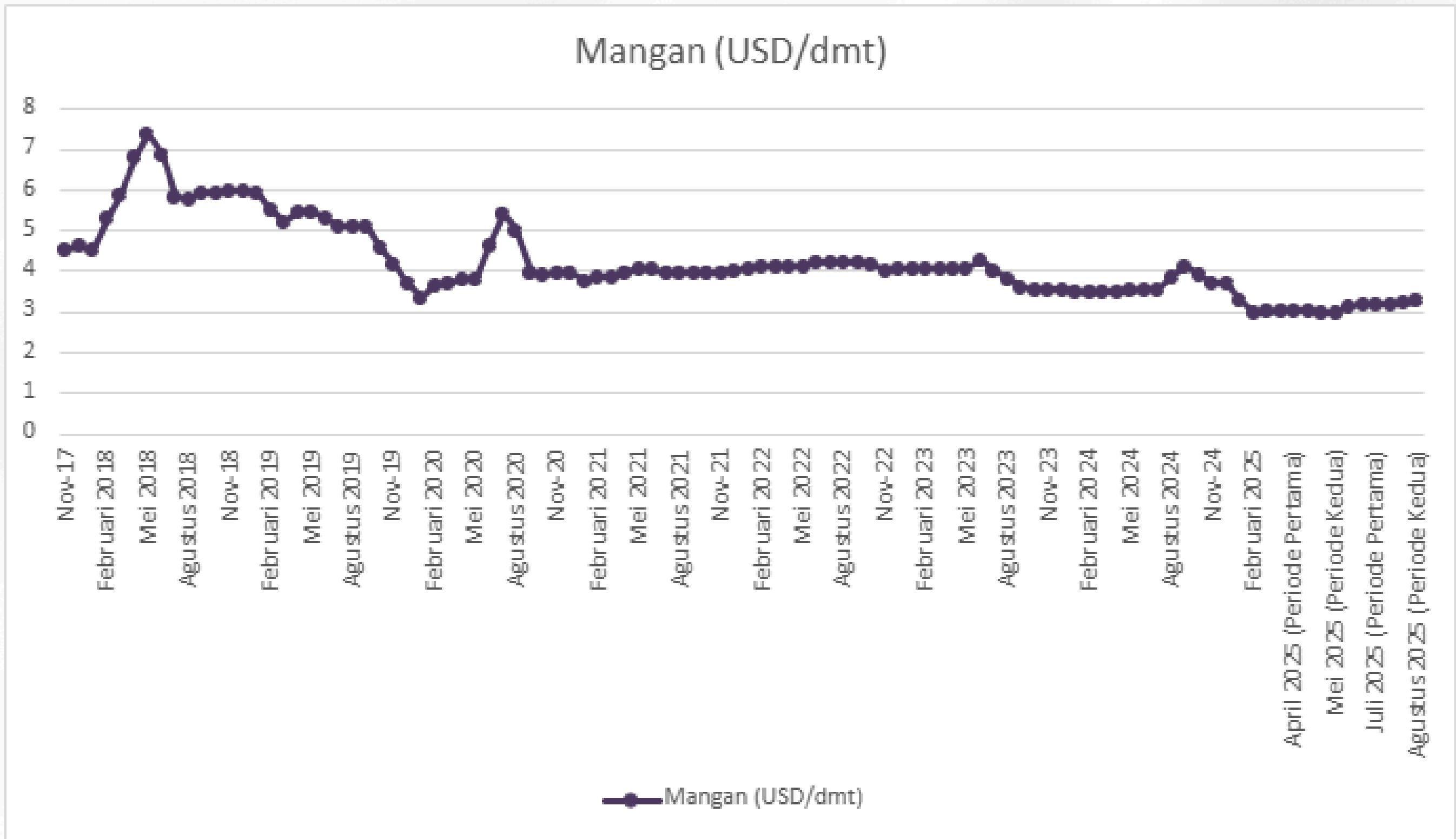


## Harga Mineral Acuan (Nov 2017 - Aug 2025)



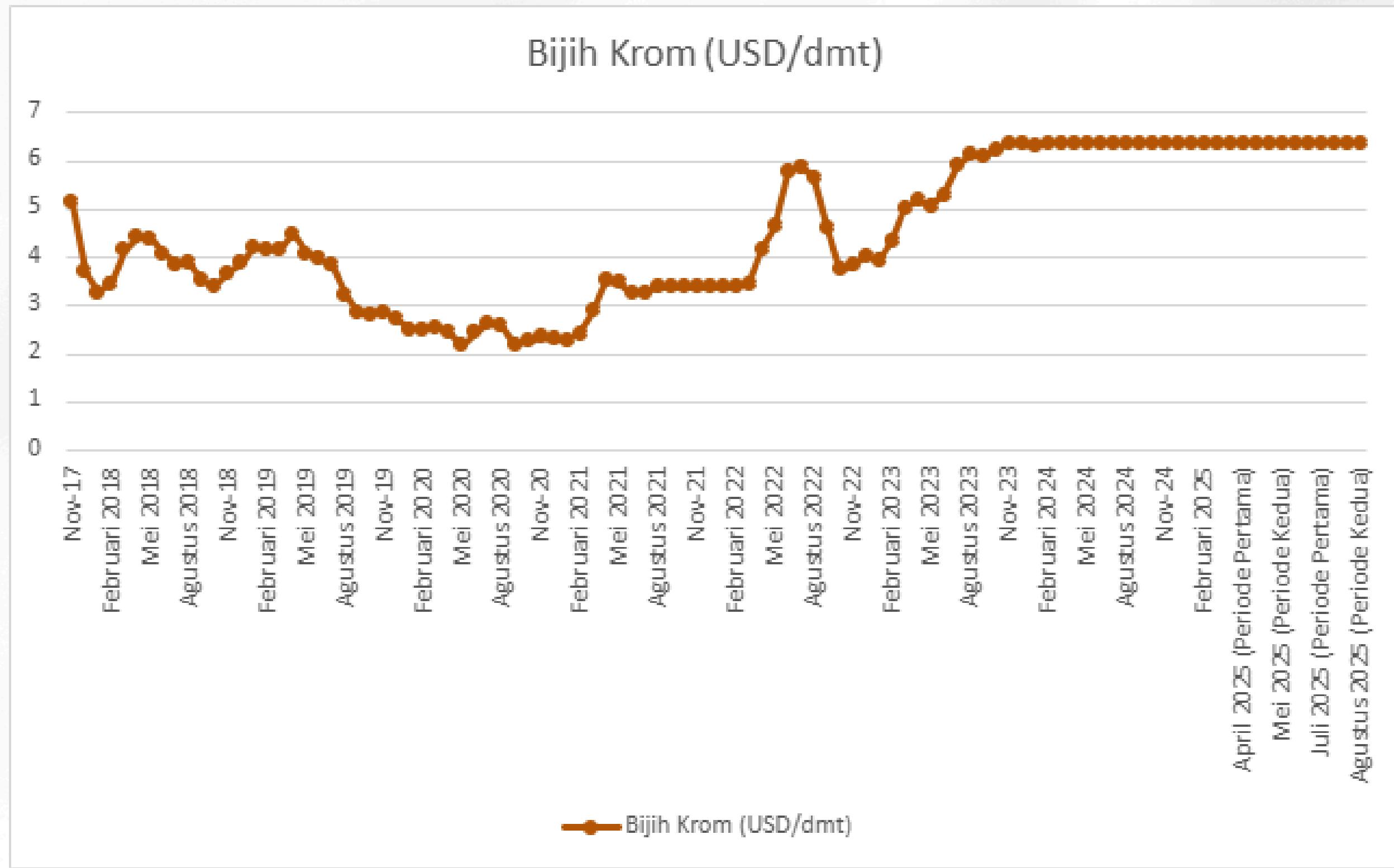


## Harga Mineral Acuan (Nov 2017 - Aug 2025)



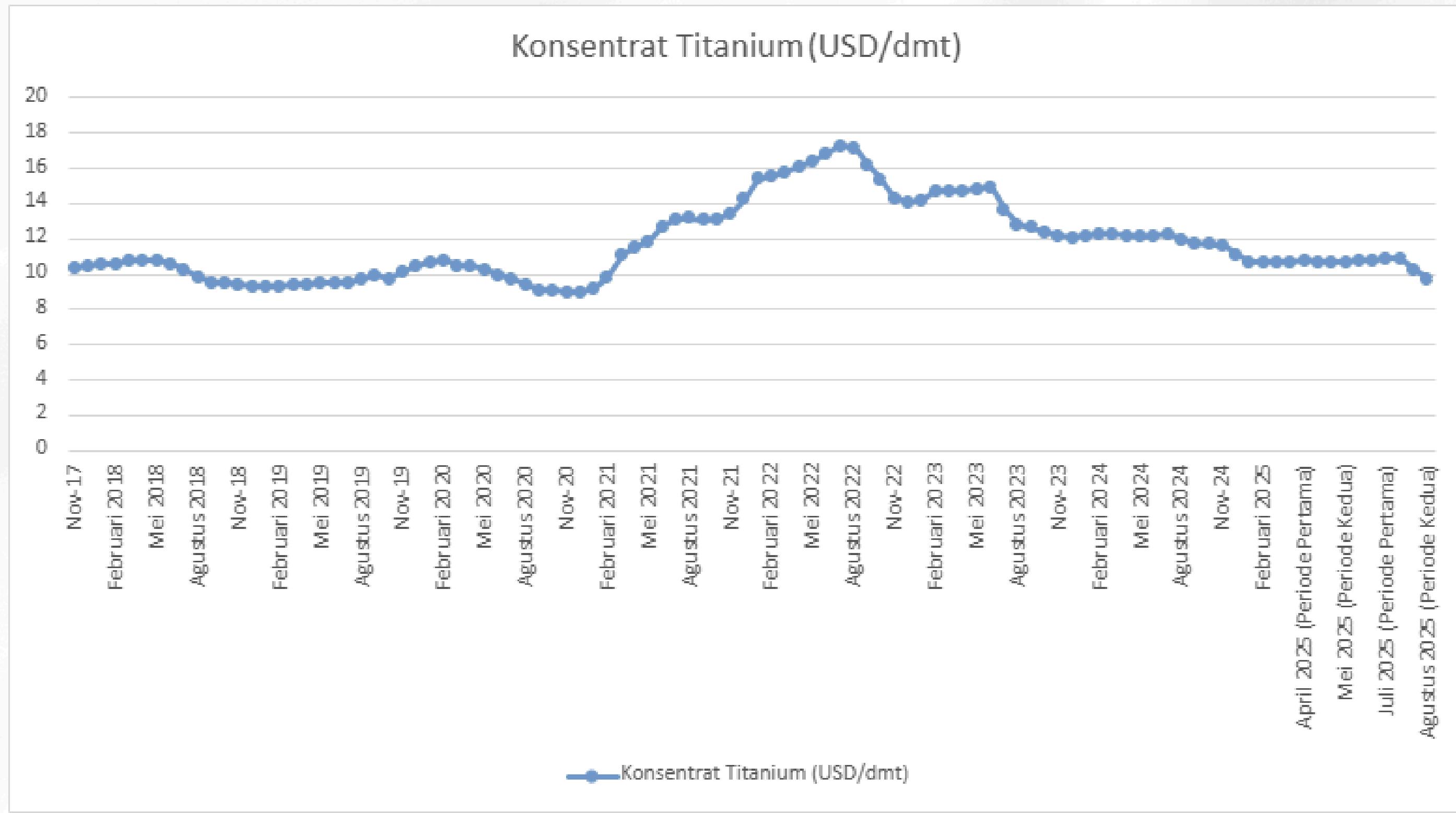


## Harga Mineral Acuan (Nov 2017 - Aug 2025)





## Harga Mineral Acuan (Nov 2017 - Aug 2025)



# PENGOLAHAN DATA

## Mean

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Mean menunjukkan nilai atau harga rata-rata dari setiap komoditas selama periode pengamatan dan memberi gambaran tentang tingkat valuasi umum sebuah komoditas.

- **Kobalt** (43.671) dan **Nikel** (17.183) memiliki nilai rata-rata **tertinggi**.
- **Bijih Besi** (1,6), **Mangan** (4,2), dan **Bijih Krom** (4,5) memiliki nilai rata-rata terendah.

## Standar Deviasi

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Standar deviasi mengukur seberapa besar harga sebuah komoditas menyimpang dari nilai rata-ratanya. Ini adalah indikator langsung dari volatilitas atau risiko.

- **Kobalt** (18.105) dan **Nikel** (4.905) memiliki standar deviasi **tertinggi**, berarti harga kedua komoditas ini sangat **fluktuatif**.
- **Bijih Besi** (0,5) dan **Mangan** (0,9) memiliki standar deviasi **rendah**, berarti harga mereka sangat **stabil**.



Komoditas	Rerata	Standar Deviasi
Batubara	132,3	74,2
Nikel	17.183,0	4.905,0
Kobalt	43.671,0	18.105,0
Timbal	2.088,0	195,6
Seng	2.812,0	437,9
Aluminium	2.244,0	396,4
Tembaga	7.972,0	1.519,0
Emas sebagai mineral ikutan	1.927,0	589,7
Perak sebagai mineral ikutan	22,9	6,24
Mangan	4,2	0,9
Bijih Besi Laterit/Hematit/Magnetit	1,6	0,5
Bijih Krom	4,5	1,5
Konsentrat Titanium	11,7	2,2

## Korelasi dengan Nikel

Menunjukkan seberapa erat hubungan pergerakan harga berbagai komoditas dengan pergerakan harga Nikel.

- Korelasi **positif** yang **kuat** dengan Nikel (0.7-0.9), seperti **Batubara** (0.85) dan **Konsentrat Titanium** (0.87).
- Korelasi **positif** yang **sedang** dengan Nikel (0.3-0.7), seperti **Tembaga** (0.56), dan **Bijih Besi** (0.48).
- Korelasi **positif** yang **lemah** dengan Nikel (0.1-0.3), seperti **Emas** (0.11) dan **Bijih Krom** (0.18).
- Korelasi **negatif** dengan Nikel, seperti **Mangan** (-0.28).

Komoditas	Korelasi dengan Nikel
Nikel	1,00
Konsentrat Titanium	0,87
Batubara	0,85
Aluminium	0,65
Seng	0,57
Tembaga	0,56
Bijih Besi Laterit/Hematit/Magnetit	0,48
Timbal	0,30
Kobalt	0,25
Perak sebagai mineral ikutan	0,22
Bijih Krom	0,18
Emas sebagai mineral ikutan	0,11
Mangan	-0,28

## Coefficient of Variability

$$CV = \frac{s}{\bar{x}}$$

Menunjukkan seberapa besar fluktuasi harga suatu komoditas dibandingkan dengan harga rata-ratanya.

- **Batubara** (56%) dan **Kobalt** (41%) mengalami **fluktuasi harga** sangat tinggi, berarti **risiko tinggi**.
- **Nikel** (29%) memiliki **risiko sedang**.
- **Timbal** (9%) dan **Seng** (16%) cenderung **stabil harganya**, sehingga **berisiko rendah**.

Komoditas	Coefficient of Variability
Batubara	56%
Kobalt	41%
Bijih Besi Laterit/Hematit/Magnetit	34%
Bijih Krom	33%
Emas sebagai mineral ikutan	31%
Nikel	29%
Perak sebagai mineral ikutan	27%
Mangan	22%
Tembaga	19%
Aluminium	18%
Konsentrat Titanium	18%
Seng	16%
Timbal	9%

## Return

$$Return = \frac{\text{Nilai akhir investasi}}{\text{Nilai awal investasi}} \times 100\%$$

Total keuntungan atau kerugian sebuah investasi dari titik awal hingga titik akhir periode. Angka ini tidak memperhitungkan lamanya waktu investasi.

## Annualized Return

Rata-rata imbal hasil yang didapatkan per tahun, memperhitungkan faktor waktu dan *efek compounding*.

- **Emas** (13%) dan **Perak** (11%) secara konsisten merupakan **aset** dengan **kinerja terbaik**.
- **Bijih Besi** (7%), **Tembaga** (5%), **Nikel** (4%), **Aluminium** (3%), **Bijih Krom** (3%), dan **Batubara** (1%) **bertumbuh** secara **stabil namun lambat**.
- **Kobalt** (-7%), **Timbal** (-3%), **Seng** (-2%), **Mangan** (-4%), dan **Konsentrat Titanium** (-1%) mengalami **penurunan nilai investasi** dari waktu ke waktu.

$$\text{Annualized return} = [(Return)^{\frac{1}{\text{Periode}}} - 1] \times 100\%$$



Komoditas	Return	Annualized Return
Emas sebagai mineral ikutan	261%	13%
Perak sebagai mineral ikutan	224%	11%
Bijih Besi Laterit/Hematit/Magnetit	168%	7%
Tembaga	147%	5%
Nikel	138%	4%
Aluminium	123%	3%
Bijih Krom	124%	3%
Batubara	106%	1%
Konsentrat Titanium	94%	-1%
Seng	86%	-2%
Timbal	78%	-3%
Mangan	72%	-4%
Kobalt	56%	-7%

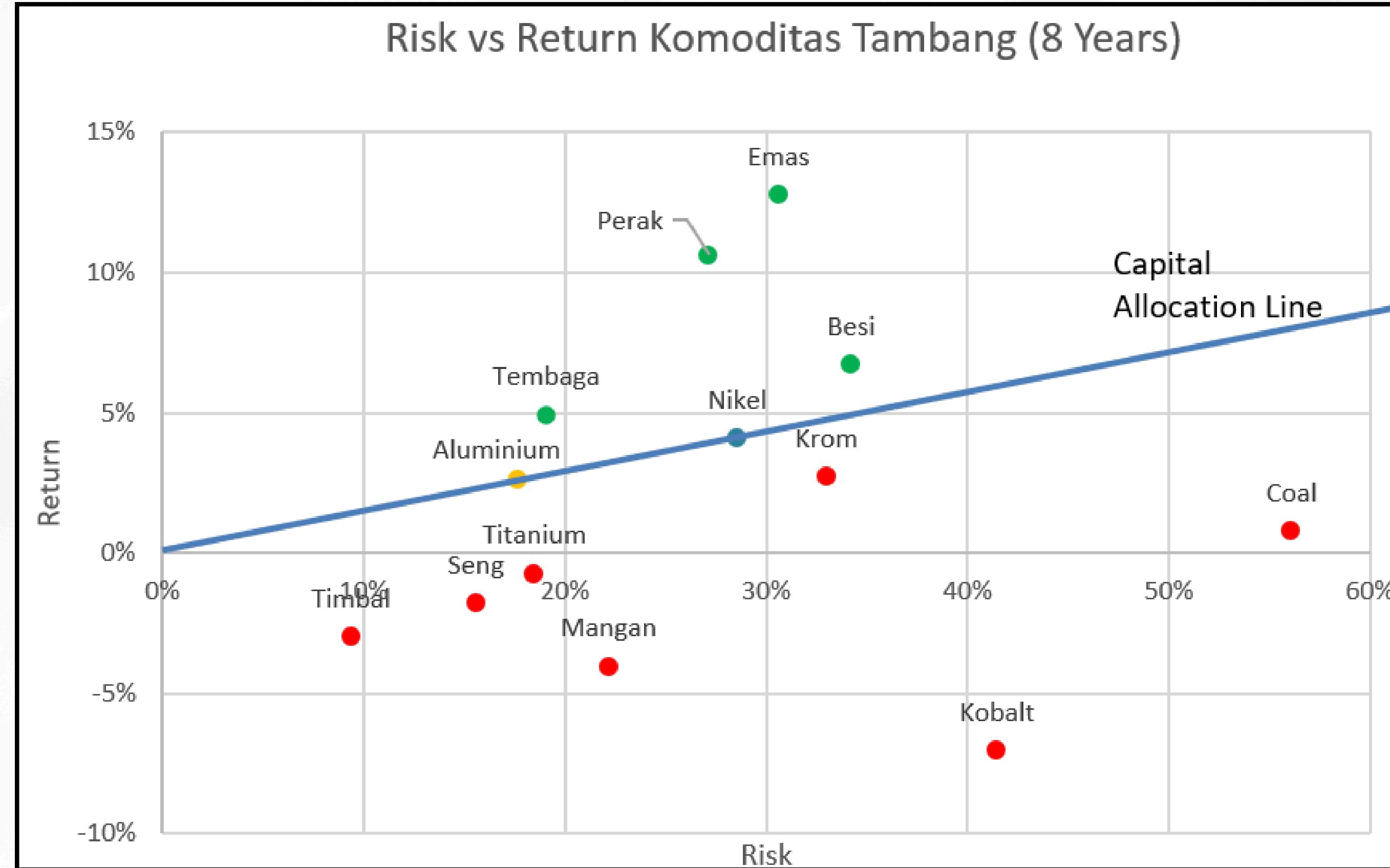
## Sharpe Ratio

Mengukur seberapa besar *return* yang didapat dari sebuah investasi setelah disesuaikan dengan risikonya (volatilitas).

- **Emas (69%), Perak (64%), Tembaga (42%), dan Bijih Besi (32%)** memberikan *return* yang sebanding dengan risikonya.
- **Aluminium (24%), Nikel (23%), Bijih Krom (13%), dan Batubara (2%)** memberikan *return* positif namun kurang optimal.
- **Kobalt (-27%), Timbal (-51%), Seng (-18%), Mangan (-29%), dan Konsentrat Titanium (-7%)** memberikan *return* yang tidak sebanding dengan risikonya.

$$\text{Sharpe ratio} = \frac{\text{Annualized return}}{\text{Coefficient of Variability}}$$

Komoditas	Sharpe Ratio
Emas sebagai mineral ikutan	69%
Perak sebagai mineral ikutan	64%
Tembaga	42%
Bijih Besi Laterit/Hematit/Magnetit	32%
Aluminium	24%
Nikel	23%
Bijih Krom	13%
Batubara	2%
Konsentrat Titanium	-7%
Seng	-18%
Kobalt	-27%
Mangan	-29%
Timbal	-51%



= Tidak direkomendasikan



= Korelasi rendah dengan nikel



= Korelasi tinggi dengan nikel

Komoditas	ERC	Portofolio Allocation	Portofolio Adjusted Risk	Portofolio Return
Emas	3.27	22%	6.61%	8%
Perak	3.68	24%		
Besi	2.92	19%		
Tembaga	5.25	35%		

## Equal Risk Contribution

Berfungsi untuk mengatur bobot dana agar setiap aset memberikan kontribusi risiko yang sama besar terhadap total risiko portofolio.

## Portofolio Adjusted Risk

Kontribusi risiko dari setiap komoditas terhadap total risiko portofolio secara keseluruhan setelah diformulasikan dengan ERC dan Portofolio Allocation.

## Portofolio Allocation

Bobot investasi yang dapat diterapkan dalam portofolio berdasarkan pada nilai Equal Risk Contribution. Nilainya berbanding lurus dengan nilai ERC.

## Portofolio Return

Rata-rata tertimbang dari kinerja semua komoditas setelah digabungkan sesuai alokasi.

# KESIMPULAN DAN SARAN

# KESIMPULAN

1. Dalam menghadapi fluktuasi harga nikel, strategi diversifikasi portofolio komoditas yang tepat adalah melalui **analisis hubungan antar-komoditas** dan penerapan **metode Equal Risk Contribution (ERC)**.
2. Komoditas yang dapat dijadikan alternatif untuk diversifikasi portofolio adalah **emas, perak, besi, dan tembaga**.
3. Komposisi portofolio yang direkomendasikan yaitu **emas 22%, perak 24%, besi 19%, dan tembaga 35%**.

# SARAN

1. **Memperluas cakupan komoditas** sehingga strategi portofolio yang dihasilkan dapat memberikan gambaran lebih luas.
2. Menggunakan data harga dengan **rentang waktu lebih panjang** agar hasil perhitungan volatilitas dan korelasi antar-komoditas lebih akurat.
3. Mempertimbangkan aspek **biaya produksi** dan **biaya pendukung**.
4. Melakukan analisis dengan metode kuantitatif lanjutan, seperti **Value at Risk (VaR)**, **Monte Carlo Simulation**, atau **Copula Models**, untuk memperdalam analisis risiko dan korelasi antar-komoditas dalam portofolio.

# DAFTAR PUSTAKA

- Damodaran, A. (2012). *Investment Valuation: Tools and Techniques for Determining the Value of Any Asset* (3rd ed.). John Wiley & Sons.
- Direktorat Jenderal Mineral dan Batubara. (2025). Harga Acuan Mineral dan Batubara. Diakses pada 22 Agustus 2025, dari [https://www.minerba.esdm.go.id/harga\\_acuan](https://www.minerba.esdm.go.id/harga_acuan)
- Investopedia. (n.d.). Standard Deviation. Diakses 20 Agustus 2025, dari <https://www.investopedia.com/terms/s/standarddeviation.asp>
- Maillard, S., Roncalli, T., & Teïletche, J. (2010). The Properties of Equally Weighted Risk Contribution Portfolios. *The Journal of Portfolio Management*, 36(4), 60–70.



Terima kasih, Technical!