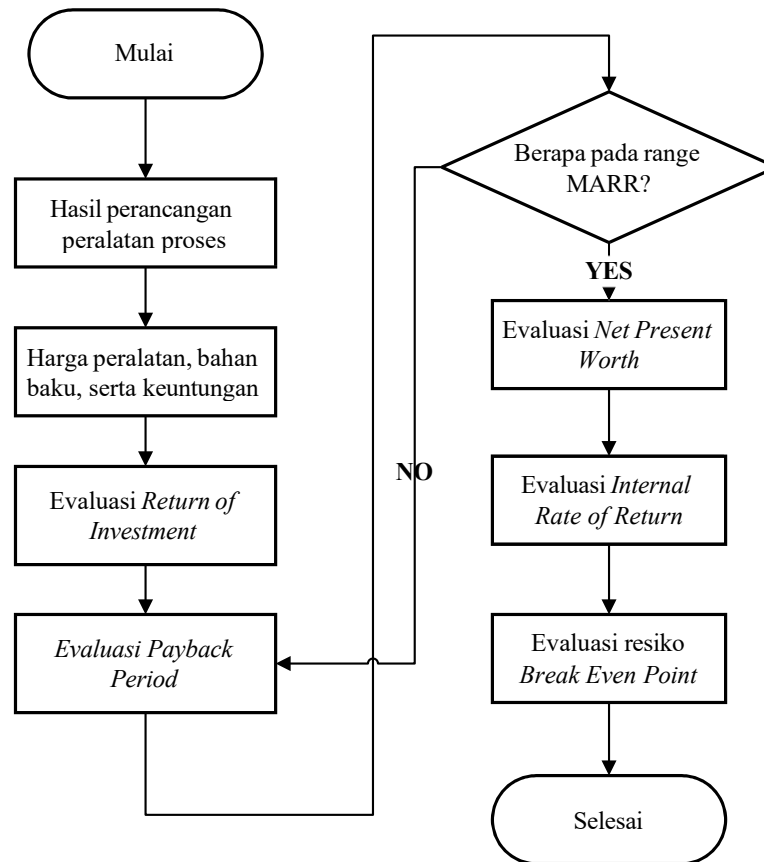


BAB XI. EVALUASI EKONOMI

11.1 Harga Peralatan

Analisis ekonomi merupakan metode untuk memprediksi berapa banyak modal yang harus diinvestasikan dalam suatu proyek. Tujuan dari analisis ekonomi yaitu untuk memberikan gambaran apakah proyek dapat dilanjutkan atau ditinggalkan. Kelayakan diperiksa dengan mengevaluasi beberapa parameter ekonomi, yaitu *Return of Investment* (ROI), *Payback Period* (PBP), *Interest Rate of Return* (IRR), *Net Present Value* (NPV) dan *Break Even Point* (BEP). Algoritma perancangan dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 11. 1 Algoritma Tahapan Metode Analisis Data

Pada bagian ini akan ditampilkan kalkulasi dan evaluasi kelayakan pembangunan pabrik dari segi ekonomi. Apakah pabrik yang didirikan layak atau tidak. Digunakan *Chemical Engineering Plant Cost Index* untuk menentukan harga peralatan yang diperlihatkan pada tabel di bawah ini:

Tabel 11. 1 Index Harga Peralatan

Tahun	Index	Tahun	Index
1990	357,6	2007	525,4
1991	361,3	2008	575,4
1992	358,2	2009	521,9
1993	359,2	2010	550,8
1994	368,1	2011	585,7
1995	381,1	2012	584,6
1996	381,7	2013	567,3
1997	386,5	2014	576,1
1998	389,5	2015	556,8
1999	390,6	2016	541,7
2000	394,1	2017	567,5
2001	394,3	2018	603,1
2002	395,6	2019	607,5
2003	402,0	2020	596,2
2004	444,2	2021	655,9
2005	468,2	2022	801,3
2006	499,6	2028	726,4

(Sumber: chemengonline.com)

Index harga peralatan pada tahun pembangunan pabrik, yaitu pada tahun 2028 didapatkan nilai 726,4 menggunakan sistem ekstrapolasi. Biaya peralatan pada pabrik metanol ini didasarkan pada harga keseluruhan peralatan yang dirancang pada masing-masing unit.

Tabel 11. 2 Harga Peralatan Pretreatment Unit

Peralatan	Kode	Jumlah	Harga (\$)
<i>Reformer</i>	DR-201	1	\$ 2.962.038,00
	SR-202	1	\$ 2.159.737,00
<i>Reactor</i>	R-301 A/B	2	\$ 3.111.746,25
<i>Adsorber Column</i>	AD-201 A/B	2	\$ 426.915
<i>Scrubber Column</i>	C-101	1	\$ 575.172

<i>Absorber Column</i>	C-102	1	\$ 844.867,41
<i>Stripper Column</i>	C-103	1	\$ 815.366
<i>Distillation Column</i>	C-401	1	\$ 1.162.646,60
<i>Separator</i>	V-201	1	\$ 176.819,96
	V-301	1	\$ 139.370,46
	V-401	1	\$ 264.991,45
	V-402	1	\$ 135.117,33
<i>Reflux Drum</i>	V-101	1	\$ 154.033,76
	V-402	1	\$ 41.030,48
<i>Heat Exchanger</i>	E-101	1	\$ 52.600,35
	E-201	1	\$ 76.028,20
	E-202	1	\$ 60.822,56
	E-204	1	\$ 38.014,10
	E-301	1	\$ 47.248,50
	E-401	1	\$ 65.611,70
<i>Reboiler</i>	E-103	1	\$ 34.956,40
	E-203	4	\$ 204.605,23
	E-402	1	\$ 13.324,33
<i>Cooler</i>	E-103		\$ 30.822,56
<i>Finfan</i>	AC-101	1	\$ 65.156,29
	AC-201	1	\$ 532.100,00
	AC-301 A/B	2	\$ 478.985,58
	AC-401	1	\$ 934.686,63
	AC-402	1	\$ 721.475,25
<i>Compressor</i>	K-101	1	\$ 539.346,95
	K-301	1	\$ 500.411,76
TEE	TEE-	5	\$ 700,85
<i>Fan</i>	P-101 A/H	8	\$ 244.680,00
<i>Pump</i>	P-102 A/B	2	\$ 16.678,53
	P-103 A/B	2	\$ 14.982,00
<i>Pump</i>	P-104 A/B	2	\$ 6.875,51

	P-401 A/B	2	\$ 6.562,33
	P-402 A/B	2	\$ 7.163,71
<i>Storage Tank</i>	T-202	1	\$ 316.195,84
	T-401 A/D	4	\$ 4.238.832,21
TOTAL EQUIPMENT COST			\$ 24.801.191,99

11.2 Biaya Pengiriman Alat

Purchase Equipment Delivery (PED) atau biaya pengiriman alat diperlukan pada perancangan suatu proyek. Alat yang sudah dirancang akan dibeli dan diantarkan ke lokasi pendirian pabrik. Biaya yang diperkukan untuk pengiriman alat adalah 10 % dari biaya pembelian alat atau purchase equipment, sehingga:

$$\text{Purchased Equipment} = \$ 24.801.191,99$$

$$\begin{aligned} \text{Purchase Equipment Delivered} &= \$ 24.801.191,99 + (10\% \times \$ 24.801.191,99) \\ &= \$ 27.281.311,19 \end{aligned}$$

11.3 Capital Investment

Unsur-unsur capital investment terdiri dari *Direct Plant Cost (DPC)*, *InDirect Plant Cost (IPC)* dan *Working Capital (WC)*. Nilai tersebut didapat dari nilai persentase harga dari PEC maupun FCI.

$$\begin{aligned} \% \text{FCI dipilih untuk PEC (15 - 40\%)} &= 40\% \text{ FCI} = 1/40\% \times \text{PEC} \\ &= 1/40\% \times \$ 27.281.311,19 \\ &= \$ 68.203.277,98 \end{aligned}$$

Tabel 11. 3 Direct Plant Cost (DPC)

No	Component	Range of FCI, %	% FCI Chosen	Value (\$)
1	<i>Purchased Equipment Cost (PEC)</i>	15 - 40	40%	\$27.281.311,19
2	<i>Purchased-Equipment Installation + Insulation + Painting</i>	6 - 14	7%	\$4.774.229,46
3	<i>Instrumentation & Controls</i>	2 - 12	3%	\$2.046.098,34
4	<i>Piping (Installed)</i>	4 - 17	4%	\$2.728.131,12
5	<i>Electrical System + Installed</i>	2 - 10	5%	\$3.410.163,90
6	<i>Buildings (Including Services)</i>	2 - 18	5%	\$3.410.163,90

7	<i>Yard Improvement</i>	2 - 5	4%	\$2.387.114,73
8	<i>Service Facilities (Installed)</i>	8 - 30	9%	\$6.138.295,02
9	<i>Land</i>	1 - 2	1%	\$682.032,78
Total Direct Cost (DC)		65 - 85	78%	\$ 52.857.540,44

Tabel 11. 4 InDirect Plant Cost (IPC)

No	Component	Range of FCI, %	% FCI Chosen	Value
1	<i>Engineering and Supervision</i>	4 - 20	5%	\$3.410.163,90
2	<i>Construction Expenses</i>	4 - 17	6%	\$4.092.196,68
3	<i>Legal Expenses</i>	1 - 3	2%	\$1.364.065,56
4	<i>Contractor Fee</i>	2 - 6	3%	\$2.046.098,34
5	<i>Contingency</i>	5 - 15	6%	\$4.092.196,68
Total Indirect Cost (IC)		15 - 35	22%	\$ 15.004.721,16

Kemudian untuk menghitung nilai *Working Capital* (WC) bisa dijumlahkan dengan menggunakan nilai FCI yang sudah dihitung sebelumnya dan nilai *Total Capital Investment* (TCI) dengan perhitungan sebagai berikut:

$$WC \text{ asumsi } (10\% TCI - 20\% TCI) = 15\% TCI \quad TCI = FCI + WC$$

$$TCI = FCI + 0,15 TCI$$

$$0,85 TCI = FCI$$

$$TCI = FCI / 0,85$$

$$TCI = \$ 68.203.277,98 / 0,85$$

$$TCI = \$ 79.837.954,81$$

$$WC = 15\% TCI$$

$$WC = 15\% \times \$ 79.837.954,81$$

$$WC = \$ 11.975.693,22$$

11.4 Production Cost

Production Cost meliputi; *Manufacturing Cost (M)* dan *General Expenses (GE)*, *Manufacturing Cost* terdiri dari *Direct Production Cost (DPC)*, *Fixed Charge (FC)* dan *Plant Overhead Cost (POC)*.

Tabel 11. 5 Harga Raw Material

Raw Material	Mass Flow (kg/day)	Harga per Kg (\$)	Harga per Tahun (\$)
<i>Natural Gas</i>	3 517.267,60	0,0093	\$ 10.773.968,45
MgO	10,45	0,2	\$ 698,42
Ni	26 969,56	1,5	\$ 13.349.931,82
Cu/ZnO/Al ₂ O ₃	30 855,88	16,0	\$ 162.919.051,40
MEA	101 628,75	0,60	\$ 20.122.492,41
CO ₂	10.259.698,66	0,00	\$ 0,0
Total Harga			\$ 207.166.133,50

Kemudian, nilai *Direct Production Cost* (DPC) dapat dihitung, perhitungannya ditunjukkan pada Tabel 11.6 berikut:

Tabel 11. 6 Direct Production Cost (DPC)

Komponen	Range of (%)	Dipakai (%)	Nilai (\$)
<i>Raw Material</i>	(10 - 80) TPC	48	\$ 207.166.133,50
<i>Operating Labor</i>	(10 - 20) TPC	15	\$ 64.494.571,51
<i>Direct Supervisory & Clerk</i>	(10 - 20) OL	10	\$ 6.449.457,15
<i>Utilities</i>	(10 - 20) TPC	10	\$ 42.996.381,01
<i>Maintenance & Repairs</i>	(2 - 10) FCI	3	\$ 2.035.867,85
<i>Operating Supplies</i>	(0,5 - 1) FCI	0,7	\$ 475.035,83
<i>Laboratory Charges</i>	(10 - 20) OL	10	\$ 6.449.457,15
<i>Patent & Royalties</i>	(0 - 6) TPC	2	\$ 8.599.276,20
Total DPC			\$ 338.666.180,21

Selanjutnya, *production cost* yang harus dihitung adalah biaya *Fixed Charge* (FC) dan *General Expenses* (GE) yang dapat dilihat pada Tabel 11.7 dan 11.8:

Tabel 11. 7 Fixed Charge (FC)

Komponen	Range of (%)	Dipakai (%)	Nilai (\$)
<i>Depreciation</i>	(5 - 10) FCI	10	\$.786.226,16
<i>Local Taxes</i>	(1 - 4) FCI	1,3	\$ 82.209,40
<i>Insurance</i>	(0,4 - 1) FCI	0,5	\$ 39.311,31
<i>Financing</i>	(0 - 10) TCI	2	\$.596.759,10
Total FC			\$.604.505,96

$$\begin{aligned}
 \text{Plant Overhead Cost (POC) (5\% - 15\% TPC)} &= 5\% \times \text{TPC} \\
 &= \$ 21.498.190,50
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Total Manufacturing Cost} &= \text{DPC} + \text{FC} + \text{POC} \\
 &= \$ 369.768.876,68
 \end{aligned}$$

Tabel 11. 8 General Expenses (GE)

Komponen	% TPC	Nilai
Administrative Costs	4	\$ 17.198.552,40
Distribution & Marketing	6	\$ 25.797.828,61
Research & Development Costs	4	\$ 17.198.552,40
Total	14	\$ 60.194.933,41

$$\begin{aligned}
 \text{TPC} &= \text{Manufacturing Cost} + \text{General Expenses} \\
 &= \$ 429.963.810,09
 \end{aligned}$$

11.5 Keuntungan Total Tiap Tahun (Margin)

Biaya produk diambil berdasarkan pada biaya produk Indonesia non subsidi dan selanjutnya diasumsikan bahwa biaya tersebut tidak mengalami perubahan sampai proyek direncanakan dan didirikan. Perhitungan total income tiap tahun bisa dilihat pada tabel berikut:

Tabel 11. 9 Hasil Penjualan Produk

Product	Total Volume	Harga Satuan		Harga Total
	Value	Harga	Harga (/kg)	
<i>Methanol</i>	1204499999,74	2483 CNY/Ton	\$ 0,37	\$ 445.664.999,9
Kondensat	407404,80	\$4,52/Barrel	\$ 0,03	\$ 12.222,14
Total				\$445.677.222,05

Dari nilai *total income*, selanjutnya keuntungan tiap tahun dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Keuntungan bruto/tahun (EBIT)} &= \text{Total Income} - \text{Total Production Cost} \\
 &= 445.677.222,05 - 429.962.728,64 \\
 &= \$ 15.713.411,96/\text{tahun}
 \end{aligned}$$

Tax = 30% EBIT (Peters, Max S. Timmerhaus, 2003)

Tax + Otherdeduction = 35%

Otherdeduction misalnya : royalty, contingency

$$\begin{aligned} \text{Earn After Tax (EAT)} &= 65\% \text{ EBIT} \\ &= 65\% \times 15.713.411,96 \\ &= \$ 10.213.717,77 \text{ /tahun} \end{aligned}$$

Evaluasi keekonomian suatu proyek dapat dilakukan dengan beberapa parameter. diantaranya *Pay Out Time (POT)*, *Rate of Return (ROR)*, *Net Present Value (NPV)*, dan *Interest Rate of Return (IRR)*.

Rate of Return (ROR) yaitu perbandingan keuntungan setelah pajak atau *Earn After Tax (EAT)* dengan *Fixed Capital Investment* (investasi modal tetap). ROR menggambarkan kemampuan sebuah proyek dalam mengembalikan modal investasi setiap tahunnya. Semakin besar nilai ROR, maka proyek semakin baik dan layak untuk dibangun dan dioperasikan. Nilai ROR dapat dihitung sebagai berikut:

$$ROR = \frac{EAT}{FCI} \times 100\%$$

$$ROR = \frac{10.213.717,77}{79.837.954,81} \times 100\%$$

$$ROR = 12,79\%/\text{tahun}$$

Pay Out Time (POT) digunakan untuk mengukur kemampuan pengembalian dana investasi proyek yang dinyatakan dalam tahun. Acuan besar nilai POT dapat diketahui dengan menghitung PBP (Payback Period) dengan referensi: *Suggested values for risk and minimum acceptable return (MARR)*. PBP yang digunakan adalah kategori *New product entering into established market, or new process technology* dengan *risk level medium* dengan range MARR 8-16 %, MARR yang digunakan yaitu 8%.

$$PBP = \frac{0,85}{Mar + 0,85/N}$$

$$PBP = \frac{0,85}{8\% + 0,85/20}$$

$$PBP = 6,94 \text{ tahun}$$

Nilai POT diharapkan dapat sekecil mungkin. akan semakin menguntungkan.

Untuk menghitung nilai POT dapat diperhatikan sebagai berikut ini:

$$POT = \frac{FCI}{EAT}$$

$$POT = \frac{67.862.261,59}{10.213.717,77}$$

$$POT = 6,64 \text{ tahun}$$

Berdasar dari hasil penjumlahan tersebut, didapati bahwa nilai POT aktual lebih sedikit dari pada PBP, sehingga laju pengembalian modal semakin cepat, yaitu sekitar 6,64 tahun.

Net Present Value (NPV) merupakan cara untuk menghitung keuntungan proyek investasi dengan mempertimbangkan interest rate atau bunga bank yang dihitung atau dikembalikan semua proyeksi keuntungan pertahun selama umur proyek. menjadi nilai uang saat proyek dibangun. Pendeknya. NPV adalah nilai sekarang dari seluruh keuntungan pertahun selama umur investasi (proyek).

Asumsi:

Bunga bank atau *interest rate* (i) = 10%/tahun (pinjaman) Umur proyek
= 20 tahun

TCI = \$ 79.837.954,81 /tahun

TPC = \$ 429.963.810,09 /tahun

Depresiasi = \$ 6.786.226,16 /tahun

Pada akhir tahun investasi, pengembaliannya adalah pengembalian bersih untuk tahun tersebut ditambah nilai sisa. Hasil perhitungan menunjukkan *Net Present Value* (NPV) dan hasil *trial and error Internal Rate of Return* (IRR).

Cash Flow = *Income* – *Pengeluaran* – *Tax* (35% x *Pendapatan kena pajak*)

$$\text{Cash Flow} = 445.677.222,05 - 429.963.810,09 - 3.124.515,03$$

$$\text{Cash Flow} = \text{US\$ } 12.588.896,93$$

Perhitungan menunjukkan NPV yang positif. NPV positif menunjukkan bahwa proyek ini layak. Oleh karena itu, lebih menguntungkan menggunakan dana yang ada (*fixed capital*) untuk diinvestasikan dalam pembangunan pabrik daripada menabung di bank untuk mendapatkan bunga sebagai keuntungan.

$$\text{NPV} = 20.411.562,07 \text{ US\$}$$

Internal Rate of Return (IRR) yaitu besarnya keuntungan dalam persen suatu investasi dengan membandingkan bunga bank. Nilai yang diperoleh dari IRR adalah gambaran *interest rate* (bunga) dari investasi. Perhitungan nilai IRR dilakukan dengan cara *trial and error* sampai diperoleh harga NPV = 0. Setelah dilakukan penjumlahan, didapatkan IRR = 14,76/tahun. Nilai tersebut lebih besar dari bunga bank bernilai 11 %.

Analisis risiko merupakan analisis untuk menentukan bagian risiko dari proyek yang akan dilaksanakan. Analisis risiko yang dibahas meliputi *Break Event Point* (BEP) dan *Shutdown Point* (SDP). Estimasi BEP merupakan estimasi dimana nilai kapasitas produksi (total biaya produksi) dan nilai penjualan produk sama dengan analisis risiko tunggal (tidak untung dan tidak rugi), sehingga semakin rendah nilai BEP maka semakin bagus. *Shutdown Point* (SDP) merupakan evaluasi tingkat operasi dimana perusahaan tidak mendapatkan manfaat untuk melanjutkan operasi dan oleh karena itu memutuskan untuk berhenti beroperasi untuk sementara waktu atau dalam beberapa kasus secara permanen. Nilai dari BEP dan SDP sesuai rumus perhitungan sudah tercantum di bawah ini:

$$\text{BEP} = \frac{Fa + 0,3Ra}{Sa - Va - 0,7Ra} \times 100\%$$

$$\text{BEP} = 51,7\%$$

$$\text{SDP} = \frac{0,3Ra}{Sa - Va - 0,7Ra} \times 100\%$$

$$\text{SDP} = 21,81\%$$

Tabel berikut menunjukkan hasil evaluasi kelayakan perancangan pabrik metanol.

Tabel 11. 10 Hasil Evaluasi Ekonomi Prarancangan pabrik metanol

Parameter	Simbol	Nilai
<i>Asset Life</i>	N	20 thn
<i>Fixed-Capital Investment</i>	FCI	\$ 67.862.261,59
<i>Working Capital Investment</i>	WCI	\$ 11.975.693,22
<i>Total Capital Investment</i>	TCI	\$ 79.837.954,81
<i>Total Production Cost</i>	TPC	\$ 429.963.810,09
<i>Earning Before Tax</i>	EBT	\$ 15.713.441,96
<i>Earning After Tax</i>	EAT	\$ 10.213.717,77
<i>Payout Time</i>	POT	6,64 thn
<i>Payout Time Reference</i>	POT _r	6,94 thn
<i>Return on Investment</i>	ROI	14,76%
<i>MARR</i>	<i>m_{ar}</i>	8%
<i>Break Even Point</i>	BEP	51,70%
<i>Shutdown Point</i>	SDP	21,81%
<i>Interest Rates</i>	<i>i</i>	11%
<i>Net Present Value</i>	NPV	\$ 20.411.562,01
<i>Internal Rate of Return</i>	IRR	14,77%

11.6 Kelayakan Ekonomi

- a. Internal Rate of Return (IRR) > MARR

Nilai:

- IRR = 14,77 %
- MARR = 8 %

Kriteria kelayakan:

$$IRR > MARR$$

Karena: $14,77\% > 8\%$

maka proyek memberikan tingkat pengembalian lebih tinggi dari tingkat keuntungan minimum yang disyaratkan, sehingga investasi layak dilakukan.

b. Net Present Value (NPV) positif

Nilai: $NPV = \$20.411.562,01$

Kriteria: $NPV > 0$

Artinya:

- nilai sekarang dari seluruh arus kas lebih besar dari investasi awal
- proyek menghasilkan keuntungan bersih sebesar \$20,4 juta selama umur pabrik.

c. Pay Out Time (POT) memenuhi kriteria industri

Nilai:

$$POT = 6,64 \text{ tahun}$$

Referensi:

$$POTr = 6,94 \text{ tahun}$$

Karena:

$$6,64 < 6,94$$

Dalam buku Plant Design and Economics for Chemical Engineers -Peters & Timmerhaus, dijelaskan bahwa proyek industri kimia, payback period kurang dari sekitar 5 tahun biasanya diinginkan, tetapi nilai yang lebih besar masih bisa diterima tergantung risiko proyek dan kondisi pasar.

Nilai POT

< 5 tahun $\rightarrow$ sangat baik

5–10 tahun $\rightarrow$ masih layak untuk proyek petrokimia besar

d. Return on Investment (ROI) cukup tinggi

Nilai:

$$ROI = 14,76\%$$

Pada proyek industri kimia:

- ROI 10–20 % dianggap menarik secara ekonomi

Sehingga nilai ROI pabrik metanol masuk kategori layak.

- e. Break Even Point (BEP) masih dalam batas aman

Nilai:

$$BEP = 51,70\%$$

Artinya pabrik mulai memperoleh keuntungan jika beroperasi di atas 51,7% kapasitas produksi.

Secara umum kriteria BEP:

BEP	Interpretasi
40–60 %	layak
> 70 %	berisiko

Sehingga BEP pabrik masih aman.

- f. Shutdown Point (SDP) rendah

Nilai:

$$SDP = 21,81\%$$

Artinya:

- jika kapasitas turun di bawah 21,81%, pabrik harus berhenti operasi
- nilai ini menunjukkan pabrik masih bisa beroperasi stabil pada beban rendah.

- g. Kesimpulan kelayakan ekonomi

Pabrik metanol dinyatakan layak secara ekonomi karena:

1. IRR (14,77%) > MARR (8%)
2. NPV positif (+ \$20,4 juta)
3. POT (6,64 tahun) < nilai referensi
4. ROI (14,76%) berada dalam rentang investasi menarik
5. BEP (51,70%) masih dalam batas operasional industri
6. SDP rendah (21,81%) sehingga operasi pabrik stabil