

IV. NERACA MASSA DAN NERACA ENERGI

Perhitungan neraca massa dan energi dilakukan dengan basis perhitungan dan data konversi seperti dibawah ini :

Kapasitas produksi : 40.000 ton/tahun
Waktu operasi : 330 hari/tahun
Konversi reaksi : 90 % terhadap C₈H₉Br
Bahan baku : C₈H₉Br dan SO₃
Produk : Sodium styrene sulfonate

Kapasitas produksi : $\frac{40.000 \text{ ton}}{1 \text{ tahun}} \times \frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ ton}} \times \frac{1 \text{ tahun}}{330 \text{ hari}} \times \frac{1 \text{ hari}}{24 \text{ jam}}$
: 5.050,5050 kg/jam

Basis perhitungan : 1 jam operasi

Kapasitas Produksi untuk basis 1 jam operasi : 5.050,5050 kg

$$: \frac{5.050,5050 \text{ kg}}{208,212 \frac{\text{kg}}{\text{kmol}}} = 0,0273 \text{ kmol}$$

A. Neraca Massa

1. Mixing Tank I (MT-101)

Tabel 4.A.1. Neraca Massa Mixing Tank I

Komponen	Massa Masuk (kg)		Massa Keluar Aliran 3 (kg)	Massa Tergenerasi (kg)	Massa Terkonsumsi (kg)	Akumulasi Massa (kg)
	Aliran 1(kg)	Aliran 2(kg)				
C ₈ H ₉ Br	6.295,3023	0,0000	629,5302	0,0000	0,0000	0,0000
C ₂ H ₄ Br ₂	128,4756	0,0000	128,4756	0,0000	0,0000	0,0000
CH ₂ Cl ₂	0,0000	67.170,8758	67.170,8758	0,0000	0,0000	0,0000
C ₆ H ₄ Cl ₂	0,0000	1.022,9067	1.022,9067	0,0000	0,0000	0,0000
	6.423,7779	68.193,7825				
Total	74.617,5604	74.617,5604	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

2. Reaktor I (RE-201)

Tabel 4.A.2. Neraca Massa Reaktor I

Komponen	Massa Masuk (kg)		Massa Keluar Aliran 7(kg)	Massa Tergenerasi (kg)	Massa Terkonsumsi (kg)	Akumulasi Massa (kg)
	Aliran 6(kg)	Aliran 5(kg)				
C ₈ H ₉ Br	6.295,3023	0,0000	629,5302	0,0000	5.665,7721	0,0000
C ₂ H ₄ Br ₂	128,4756	0,0000	128,4756	0,0000	0,0000	0,0000
CH ₂ Cl ₂	67.170,8758	0,0000	67.170,8758	0,0000	0,0000	0,0000
C ₆ H ₄ Cl ₂	1.022,9067	0,0000	1.022,9067	0,0000	0,0000	0,0000
SO ₃	0,0000	2.996,3002	544,7819	0,0000	2.451,5183	0,0000
B ₂ O ₃	0,0000	157,7000	157,7000	0,0000	0,0000	0,0000
C ₈ H ₉ SO ₃ Br	0,0000	0,0000	8.117,2904	8.117,2904	0,0000	0,0000
	74.617,5604	3.154,0002				
Total	77.771,5606	77.771,5606	8.117,2904	8.117,2904	0,0000	0,0000

3. Mixing Tank II (MT-201)

Tabel 4.A.3 Neraca Massa Mixing Tank II

Komponen	Massa Masuk (kg)		Massa Keluar Aliran 10(kg)	Massa Tergenerasi (kg)	Massa Terkonsumsi (kg)	Akumulasi Massa (kg)
	Aliran 8(kg)	Aliran 9(kg)				
C ₈ H ₉ Br	6.295,3023	0,0000	6.295,3023	0,0000	0,0000	0,0000
C ₂ H ₄ Br ₂	128,4756	0,0000	128,4756	0,0000	0,0000	0,0000
CH ₂ Cl ₂	67.170,8758	0,0000	67.170,8758	0,0000	0,0000	0,0000
C ₆ H ₄ Cl ₂	1.022,9067	0,0000	1.022,9067	0,0000	0,0000	0,0000
SO ₃	544,7819	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
B ₂ O ₃	157,7000	0,0000	157,7000	0,0000	0,0000	0,0000
C ₈ H ₉ SO ₃ Br	8.117,2904	0,0000	8.117,2904	0,0000	0,0000	0,0000
H ₂ O	0,0000	165,8810	142,1326	0,0000	0,0000	0,0000
H ₂ SO ₄	0,0000	0,0000	568,5303	0,0000	0,0000	0,0000
	77.771,5604	165,8810				
Total	77.937,4275		77.937,4275	0,0000	0,0000	0,0000

4. Dekanter I (DC-201)

Tabel 4.A.4. Neraca Massa Dekanter I

Komponen	Massa Masuk Aliran 10 (kg)	Massa Keluar (kg)		Massa Tergenerasi (kg)	Massa Terkonsumsi (kg)	Akumulasi Massa (kg)
		Aliran 11(kg)	Aliran 12(kg)			
C ₈ H ₉ Br	629,5302	108,9839	520,5463	0,0000	0,0000	0,0000
C ₂ H ₄ Br ₂	128,4752	0,5899	127,8853	0,0000	0,0000	0,0000
CH ₂ Cl ₂	67.170,8758	67.169,1984	1,6775	0,0000	0,0000	0,0000
C ₆ H ₄ Cl ₂	1.022,9067	1.020,1493	2,7574	0,0000	0,0000	0,0000
B ₂ O ₃	157,7000	3,1269	154,5723	0,0000	0,0000	0,0000
C ₈ H ₉ SO ₃ Br	8.117,2768	0,0000	8.117,2904	0,0000	0,0000	0,0000
H ₂ O	142,1326	0,0955	142,0371	0,0000	0,0000	0,0000
H ₂ SO ₄	568,5303	0,3818	568,1485	0,0000	0,0000	0,0000
		68.302,5257	9.634,9148			
Total	77.937,4275	77.937,4275		0,0000	0,0000	0,0000

5. Dekanter II (DC-202)

Tabel.4.A.5. Neraca Massa Dekanter II

Komponen	Massa Masuk Aliran 11 (kg)	Massa Keluar (kg)		Massa Tergenerasi (kg)	Massa Terkonsumsi (kg)	Akumulasi Massa (kg)
		Aliran 31 (kg)	Aliran 30 (kg)			
C ₂ H ₄ Br ₂	0,5899	0,5899	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
H ₂ SO ₄	0,3818	0,3818	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
B ₂ O ₃	3,1269	3,1269	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
C ₈ H ₉ Br	108,9839	108,9839	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
CH ₂ Cl ₂	67.169,1984	0,0000	67.169,1984	0,0000	0,0000	0,0000
C ₆ H ₄ Cl ₂	1.020,1493	0,0000	1.020,1493	0,0000	0,0000	0,0000
H ₂ O	0,0955	0,0955	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Total	68.302,2556	113,1780	68.189,3477	0,0000	0,0000	0,0000

6. Dekanter III (DC-203)

Tabel 4.A.6. Neraca Massa Dekanter III

Komponen	Massa Masuk Aliran 12 (kg)	Massa Keluar (kg)		Massa Tergenerasi (kg)	Massa Terkonsumsi (kg)	Akumulasi Massa (kg)
		Aliran 13(kg)	Aliran 14(kg)			
C ₂ H ₄ Br ₂	127,8853	0,0000	127,8853	0,0000	0,0000	0,0000
H ₂ SO ₄	568,1485	0,0000	568,1485	0,0000	0,0000	0,0000
B ₂ O ₃	154,5723	0,0000	154,5723	0,0000	0,0000	0,0000
C ₈ H ₉ Br	520,5463	0,3495	520,1968	0,0000	0,0000	0,0000
C ₈ H ₉ SO ₃ Br	8.117,2904	8.117,2904	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
CH ₂ Cl ₂	1,6755	0,0000	1,6775	0,0000	0,0000	0,0000
C ₆ H ₄ Cl ₂	2,7574	0,0000	2,7574	0,0000	0,0000	0,0000
H ₂ O	142,0371	0,0000	142,0371	0,0000	0,0000	0,0000
Total	9.634,9148	8.117,6399	1.076,7970	0,0000	0,0000	0,0000

7. Mixing Tank III (MT-202)

Tabel 4.A.7. Neraca Massa Mixing Tank III

Komponen	Massa Masuk (kg)		Massa Keluar Aliran 16	Massa Tergenerasi (kg)	Massa Terkonsumsi (kg)	Akumulasi Massa (kg)
	Aliran 13(kg)	Aliran 15(kg)				
C ₈ H ₉ Br	0,3495	0,0000	0,3495	0,0000	0,0000	0,0000
C ₈ H ₉ SO ₃ Br	8.117,2904	0,0000	8.117,2904	0,0000	0,0000	0,0000
H ₂ O	0,0000	0,0076	0,0076	0,0000	0,0000	0,0000
H ₂ SO ₄	0,0000	0,3741	0,3741	0,0000	0,0000	0,0000
	8.117,6399	0,3817				
Total	8.118,0216		8.118,0216	0,0000	0,0000	0,0000

8. Dekanter IV (DC-204)

Tabel 4.A.8. Neraca Massa Dekanter IV

Komponen	Massa Masuk	Massa Keluar (kg)		Massa Tergenerasi (kg)	Massa Terkonsumsi (kg)	Akumulasi Massa (kg)
	Aliran 16 (kg)	Aliran 17(kg)	Aliran 18(kg)			
H ₂ SO ₄	0,3741	0,0000	0,3741	0,0000	0,0000	0,0000
C ₈ H ₉ Br	0,3495	0,0000	0,3495	0,0000	0,0000	0,0000
C ₈ H ₉ SO ₃ Br	8.117,2904	8.117,2904	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
H ₂ O	0,0076	0,0000	0,0076	0,0000	0,0000	0,0000
	8.118.0216	8.117,2904	0,7312			
Total		8.118,0216		0,0000	0,0000	0,0000

9. Reaktor II (RE -301)

Tabel 4.A.9. Neraca Massa Reaktor II

Komponen	Massa Masuk (kg)		Massa Keluar Aliran 21	Massa Tergenerasi (kg)	Massa Terkonsumsi (kg)	Akumulasi Massa (kg)
	Aliran 19(kg)	Aliran 20(kg)				
C ₈ H ₉ SO ₃ Br	8.117,2904	0,0000	1.623,4581	0,0000	6.493,8323	0,0000
NaOH	0,0000	1.959,4021	0,0000	0,0000	1.959,4021	0,0000
C ₈ H ₇ SO ₃ Na	0,0000	0,0000	5.050,5050	5.050,5050	0,0000	0,0000
H ₂ O	0,0000	0,0000	882,5588	882,5588	0,0000	0,0000
NaBr	0,0000	0,0000	2.520,1621	2.520,1621	0,0000	0,0000
	8.117,2904	1.959,4021				
Total	10.076,6925		10.076,6840	8.453,2259	8.453,2259	0,0000

10. Settler – 301 (SE-301)

Tabel 4.A.10. Neraca Massa Setler

Komponen	Massa Masuk Aliran 22 (kg)	Massa Keluar (kg)		Massa Tergenerasi (kg)	Massa Terkonsumsi (kg)	Akumulasi Massa (kg)
		Aliran 23(kg)	Aliran 24(kg)			
C ₈ H ₉ SO ₃ Br	1.623,4581	0,0000	1.623,4581	0,0000	0,0000	0,0000
C ₈ H ₇ SO ₃ Na	5.050,5050	5.050,5050	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
H ₂ O	882,5588	882,5588	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
NaBr	2.520,1621	0,0000	2.520,1621	0,0000	0,0000	0,0000
		5.933,0639	4.143,6202			
Total	10.076,6840	10.076,6840		0,0000	0,0000	0,0000

11. Crystalizer – 301 (CR-301)

Tabel 4.A.11. Neraca Massa Crystalizer

Komponen	Massa Masuk Aliran 23&26 (kg)	Massa Keluar (Aliran 25)		Massa Tergenerasi (kg)	Massa Terkonsumsi (kg)	Akumulasi Massa (kg)
		kristal	liquid			
H ₂ O	882,5574	505,0505	377,5069	0,0000	0,0000	0,0000
C ₈ H ₇ SO ₃ Na (k)	0,0000	4.545,4546	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
C ₈ H ₇ SO ₃ Na (nk)	5.050,5050	0,0000	505,0505	0,0000	0,0000	0,0000
		5.050,5051	882,5574			
Total	5.933,0625	5.933,0625		0,0000	0,0000	0,0000

12. Centrifuge – 301 (CF-301)

Tabel 4.A.12. Neraca Massa Centrifuge

Komponen	Massa Masuk Aliran 25 (kg)	Massa Masuk		Massa Tergenerasi i (kg)	Massa Terkonsumsi (kg)	Akumulasi Massa (kg)
		Kristal (Aliran 27)	Liquid (Aliran 26)			
H ₂ O	882,5574	505,0505	377,5069	0,0000	0,0000	0,0000
C ₈ H ₇ SO ₃ Na (k)	0,0000	4.545,4546	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
C ₈ H ₇ SO ₃ Na (nk)	5.050,5050	0,0000	505,0505	0,0000	0,0000	0,0000
		5.050,5051	882,5574			
Total	5.933,0625	5.933,0625		0,0000	0,0000	0,0000

13. Rotary Dryer – 301 (RD-301)

Tabel 4.A.13. Neraca Massa Rotary Dryer

Komponen	Massa Masuk	Massa Masuk		Massa Tergenerasi (kg)	Massa Terkonsumsi (kg)	Akumulasi Massa (kg)
	Aliran 27 (kg)	(Aliran 29)	(Aliran 30)			
H ₂ O	505,0505	92,7644	412,2861	0,0000	0,0000	0,0000
C ₈ H ₇ SO ₃ Na (nk)	4.545,4546	4.454,5455	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
		4.547,3099	412,2861			
Total	5.050.5051	5.050,5051		0,0000	0,0000	0,0000

B. NERARA ENERGI

1. Mixed Point I (M-101)

Tabel 4.B.1. Neraca Energi Mixed Point I

	Panas Masuk (Kj/jam)		Panas Keluar (Kj/jam)
Q ₂ masuk	206.193,3309	Q ₃ keluar	412.387,3457
Q ₃₀	206.193,3309		
Total	412.387,3457		412.387,3457

2. Mixing Tank I (MT-101)

Tabel 4.B.2. Neraca Energi Mixing Tank I

	Panas Masuk (Kj/jam)		Panas Keluar (Kj/jam)
Q ₁	690.393,7278	Q ₃	896.590,0689
Q ₂	206.196,3412		
Total	896.590,0689		896.590,0689

3. Heater I (HE-101)

Tabel 4.B.3. Neraca Energi Heater I

	Panas Masuk (Kj/jam)		Panas Keluar (Kj/jam)
Q ₃	896.590,0689	Q ₆	4.558.943,1311
Q _{S in}	4.342.441,7539	Q _{S out}	680.088,6917
Total	5.239.031,8228		5.239.031,8228

4. Reaktor I (RE-201)

Tabel 4.B.4. Neraca Energi Reaktor I

	Panas masuk (kJ)		Panas generasi (kJ)		Panas konsumsi (kJ)		Panas keluar (kJ)
Q ₅	4.558.943,1311	Q _R	2.017.216,3660	Q _{cw}	-4.033.595,8419	Q ₇	2.648.818,9102
Q ₆	106.255,2551						
Total	4.665.198,3861		2.017.216,3660		-4.033.595,8419		2.648.818,9102

5. Cooler I (CO-101)

Tabel 4.B.5. Neraca Energi Cooler I

	Panas Masuk (Kj/jam)		Panas Keluar (Kj/jam)
Q _{5 in}	2.648.818,9102	Q _{out}	511.635,6324
		Q _{cooling water}	2.137.183,2779
Total	2.648.818,9102		2.648.818,9102

6. Mixing Tank II (MT-201)

Tabel 4.B.6. Neraca Energi Mixing Tank II

	Panas Masuk (Kj/jam)		Panas Keluar (Kj/jam)
Q ₈	511.635,6324	Q ₁₀	4.567.216,7614
Q ₉	3.449,9614		
Total	515.085,5938		4.567.216,7614

7. Dekanter I (DC-201)

Tabel 4.B.7. Neraca Energi Dekanter I

	Panas Masuk (Kj/jam)		Panas Keluar (Kj/jam)
Q ₁₀	4.555.350,1449	Q ₁₁	221.038,3604
		Q ₁₂	4.334.311,7845
Total	4.555.350,1449		4.555.350,1449

8. Dekanter II (DC-202)

Tabel 4.B.8. Neraca Energi Dekanter II

Panas Masuk (Kj/jam)		Panas Keluar (Kj/jam)	
Q ₁₁	221.038,36094	Q ₃₁	14.860,8387
		Q ₃₀	206,177.5218
Total	221.038,36094		221.038,36094

9. Dekanter III (DC-203)

Tabel 4.B.9. Neraca Energi Dekanter III

Panas Masuk (Kj/jam)		Panas Keluar (Kj/jam)	
Q ₉	4.334.409,8733	Q ₁₀	224,958.8314
		Q ₁₁	4.109.795,9701
Total	4.334.409,8733		4.334.409,8733

10. Mixing Tank III (MT-202)

Tabel 4.B.10. Neraca Energi Mixing Tank III

Panas Masuk (Kj/jam)		Panas Keluar (Kj/jam)	
Q ₁₃	224.613,9032	Q ₁₆	227.274,7880
Q ₁₅	2.660,7268		
Total	227.274,7880		227.274,7880

11. Dekanter IV (DC-204)

Tabel 4.B.11. Neraca Energi Dekanter IV

Panas Masuk (Kj/jam)		Panas Keluar (Kj/jam)	
Q ₁₆	227.274,7880	Q ₁₇	224,575.5778
		Q ₁₈	3.129,9927
Total	227.274,7880		227.274,7880

12. Heater II (HE-104)

Tabel 4.B.12. Neraca Energi Heater II

Panas Masuk (Kj/jam)		Panas Keluar (Kj/jam)	
Q_{in}	40.460,2688	Q_{out}	468.196,6032
$Q_{S_{in}}$	507.165.7720	$Q_{S_{out}}$	79.429,4376
Total	547.626,0408		547.626,0408

13. Heater III (HE-201)

Tabel 4.B.13. Neraca Energi Heater III

Panas Masuk (Kj/jam)		Panas Keluar (Kj/jam)	
Q_{in}	224.575,5778	Q_{out}	2.504.874,6677
$Q_{S_{in}}$	2.703.744,2352	$Q_{S_{out}}$	423.445,1454
Total	2.928.319,8130		2.928.319,8130

14. Reaktor II (RE-301)

Tabel 4.B.14. Neraca Energi Reaktor II

Panas masuk (kJ)		Panas generasi (kJ)		Panas konsumsi (kJ)		Panas keluar (kJ)	
Q_{19}	983,2467	Q_R	252.404,4915	Q_S	329.550,3417	Q_{21}	78.597,2935
Q_{20}	468,1966						
Total	1.451,4433		252.404,4915		329.550,3417		78.597,2935

15. Cooler II (CO-301)

Tabel 4.B.15. Neraca Energi Cooler II

Panas Masuk (Kj/jam)		Panas Keluar (Kj/jam)	
Q_{21}	10.994.322,4182	Q_{22}	813.514,0235
		$Q_{cooling\ water}$	10.180.808,3947
Total	10.994.322,4182		10.994.322,4182

16. Setler - 301 (SE-301)

Tabel 4.B.15. Neraca Energi Setler

Panas Masuk (Kj/jam)		Panas Keluar (Kj/jam)	
Q ₂₂	813.514,0235	Q ₂₃	109.902,5134
		Q ₂₄	703.611,5101
Total	813.514,0235		813.514,0235

17. Crystalizer - 301 (SE-301)

Tabel 4.B.16. Neraca Energi Crystalizer

Panas masuk (kJ)		Panas generasi (kJ)		Panas konsumsi (kJ)		Panas keluar (kJ)	
Q ₂₃	703.611,5101	Q _{kristalisasi}	110,2460		0,0000	Q ₂₅	873.298,5951
						Q _{pendingin}	-169.576,8389
Total	703.611,5101		110,2460		0,0000		703.721,7562

18. Rotary Dryer - 301 (RD-301)

Tabel 4.B.17. Neraca Energi Rotary Dryer

Panas Masuk (Kj/jam)		Panas Keluar (Kj/jam)	
Hsolid masuk dryer, H _{s27}	59.092,1585	Hsolid masuk dryer, H _{s29}	44.744,1532
Hudara masuk dryer, H _{s27}	451.274,0270	Hudara masuk dryer, H _{s29}	465.622,0323
Total	510.366,1855		510.366,1855