

BAB IV
NERACA MASSA DAN NERACA PANAS

Bahan baku	: PropionaldehidadanFormaldehida
Produk	: MetilMetakrilat
Kapasitas Produksi	: 60.000ton/tahun
Operasi	: 300 hari/tahun
Basis Perhitungan	: 1 jam operasi
Satuan Massa	: kg (kilogram)
Temperatur Referensi	: 25°C
Satuan Panas	: kilo Joule (kJ)

4.1. Neraca Massa

4.1.1. Mix Point-01 (MP-01)

Komponen	Input (Kg/Jam)					Output(Kg/Jam)
	Aliran 1	Aliran 2	Aliran 3	Aliran 4	Aliran 18	Aliran 5
C ₃ H ₆ O	4.849,43	0,00	0,00	0,00	26,33	4.875,76
H ₂ O	98,97	4.201,05	0,00	0,28	336,32	4.636,61
CH ₂ O	0,00	2.507,08	0,00	0,00	118,64	2.625,72
C ₂ H ₇ N	0,00	0,00	0,00	0,00	94,99	94,99
CH ₃ COOH	0,00	0,00	0,00	137,93	0,00	137,93
CH ₃ OH	0,00	67,76	0,00	0,00	0,00	67,76
Total	4.948,39	6.775,89	0,00	138,21	576,28	
			12.438,76			12.438,76

4.1.2. Neraca Massa Reaktor-01 (R-01)

Komponen	Input (kg/h)	Output (kg/h)
	Aliran7	Aliran8
C ₃ H ₆ O	4.875,76	26,33
H ₂ O	4.636,61	6.140,81
CH ₂ O	2.625,72	118,64
C ₄ H ₆ O	0,00	5.852,31

C ₂ H ₇ N	94,99	94,99
CH ₃ COOH	137,93	137,93
CH ₃ OH	67,76	67,76
Total	12.438,76	12.438,76

4.1.3. Kolom Distilasi-01 (KD-01)

Komponen	Input (kg/h)		Output (kg/h)	
	Aliran9	Aliran 13	Aliran10	
CH ₂ O	118,64	118,64	0,00	
C ₂ H ₇ N	94,99	94,99	0,00	
C ₃ H ₆ O	26,33	26,33	0,00	
C ₄ H ₆ O	5.852,31	5.837,51	14,80	
H ₂ O	6.140,81	403,94	5.736,87	
CH ₃ COOH	137,93	0,00	137,93	
CH ₃ OH	67,76	67,76	0,00	
Total	12.438,76	6.549,16	5.889,61	12.438,76

4.1.4. Kondenser-01 (CD-01)

Komponen	Input (kg/h)		Output (kg/h)	
	Aliran 13	Aliran 15	Aliran 16	
CH ₂ O	369,44	250,80	118,64	
C ₂ H ₇ N	295,79	200,80	94,99	
C ₃ H ₆ O	81,99	55,66	26,33	
C ₄ H ₆ O	18.205,38	12.358,92	5.837,51	
H ₂ O	1.248,88	853,89	403,94	
CH ₃ COOH	0,00	0,00	0,00	
CH ₃ OH	210,99	143,23	67,76	
Total	20.412,46	13.863,30	6.549,16	20.412,46

4.1.5. Accumulator-01 (ACC-01)

Komponen	Input (kg/h)		Output (kg/h)	
	Aliran 14	Aliran 15	Aliran 15	Aliran 16
CH ₂ O	369,44	250,80	250,80	118,64
C ₂ H ₇ N	295,79	200,80	200,80	94,99
C ₃ H ₆ O	81,99	55,66	55,66	26,33
C ₄ H ₆ O	18.205,38	12.358,92	12.358,92	5.837,51
H ₂ O	1.248,88	853,89	853,89	403,94
CH ₃ COOH	0,00	0,00	0,00	0,00
CH ₃ OH	210,99	143,23	143,23	67,76
Total	20.412,46	13.863,30	13.863,30	6.549,16
		20.412,46		

4.1.6. Reboiler-01 (RB-01)

Komponen	Input (kg/h)		Output (kg/h)	
	Aliran10	Aliran11	Aliran11	Aliran12
C ₄ H ₆ O	21,30	6,50	6,50	14,80
H ₂ O	12.110,23	6.373,36	6.373,36	5.736,87
CH ₃ COOH	291,16	153,23	153,23	137,93
Total	12.422,70	6.533,09	6.533,09	5.889,61
		12.422,70		

4.1.7. Decanter-01 (DC-01)

Komponen	Input (kg/h)		Output (kg/h)	
	Aliran 17	Aliran 18	Aliran 18	Aliran 19
CH ₂ O	118,64	118,64	118,64	0,00
C ₂ H ₇ N	94,99	94,99	94,99	0,00
C ₃ H ₆ O	26,33	26,33	26,33	0,00
C ₄ H ₆ O	5837,51	0,00	0,00	5837,51
H ₂ O	403,94	336,32	336,32	67,62
CH ₃ OH	67,76	0,00	0,00	67,76

Total	6.549,16	576,28	5.972,88
		6.549,16	

4.1.8. Mixing Point-02 (MP-02)

Komponen	Input (kg/h)		Output (kg/h)
	Aliran19	Aliran 31	Aliran20
C ₄ H ₆ O	5.837,51	2.392,39	8.229,90
H ₂ O	67,62	1.500,53	1.568,14
C ₅ H ₈ O ₂	0,00	8316,67	8316,67
CH ₃ OH	67,76	15.728,57	15.796,32
NaOH	0,00	69,83	69,83
Total	5.972,88	28.007,97	33.980,85
	33.980,85		

4.1.9. Kolom Distilasi-02 (KD-02)

Komponen	Input (kg/h)	Output (kg/h)	
	Aliran20	Aliran21	Aliran32
CH ₃ OH	15.796,32	15.794,74	1,58
C ₄ H ₆ O	8.229,90	8.214,90	15,09
H ₂ O	1.568,14	0,00	1.568,14
C ₅ H ₈ O ₂	8.316,67	0,00	8.316,67
NaOH	69,83	0,00	69,83
Total	33.980,85	24.009,64	9.971,30
		33.980,85	

4.1.10. Kondenser-02 (CD-02)

Komponen	Input (kg/h)	Output (kg/h)	
	Aliran21	Aliran23	Aliran24
CH ₃ OH	28.207,46	12.412,72	15.794,74
C ₄ H ₆ O	14.677,67	6.462,77	8.214,90
H ₂ O	0,00	0,00	0,00
C ₅ H ₈ O ₂	0,00	0,00	0,00
NaOH	0,00	0,00	0,00

Total	42.885,13	18.875,49	24.009,64
		42.885,13	

4.1.11. Accumulator-02 (ACC-02)

Komponen	Input (kg/h)		Output (kg/h)	
	Aliran22	Aliran23	Aliran24	
CH ₃ OH	28.207,46	12.412,72	15.794,74	
C ₄ H ₆ O	14.677,67	6.462,77	8.214,90	
H ₂ O	0,00	0,00	0,00	
C ₅ H ₈ O ₂	0,00	0,00	0,00	
NaOH	0,00	0,00	0,00	
Total	42.885,13	18.875,49	24.009,64	42.885,13

4.1.12. Reboiler-02 (RB-02)

Komponen	Input (kg/h)		Output (kg/h)	
	Aliran32	Aliran33	Aliran34	
CH ₃ OH	11,57	9,99	1,58	
C ₄ H ₆ O	167,16	152,07	15,090	
H ₂ O	11.489,97	9.921,83	1.568,14	
C ₅ H ₈ O ₂	60.936,74	52.620,07	8.316,67	
NaOH	511,68	441,85	69,83	
Total	73.117,12	63.145,82	9.971,30	37.083,5102

4.1.13. Mixing Point-03 (MP-03)

Komponen	Input (kg/h)		Output (kg/h)
	Aliran26	Aliran24	Aliran27
CH ₃ OH	2.595,56	15.794,74	18.390,31
C ₄ H ₆ O	0,00	8.214,90	8.214,90
H ₂ O	3,90	0,00	3,90
NaOH	69,83	0,00	69,83

	2.669,30	24.009,64	
Total	26.678,94		26.678,94

4.1.14. Reaktor-02 (R-02)

Komposisi	Input (kg/h)		Output (kg/h)	
	Aliran28	Aliran30	Aliran 31	Aliran40
N ₂	0,00	7.062,13	0,00	7.062,13
O ₂	0,00	1.877,28	0,00	548,24
CH ₃ OH	18.390,31	0,00	15.728,57	0,00
C ₄ H ₆ O	8.214,90	0,00	2.392,39	0,00
H ₂ O	3,90	0,00	1.500,52	0,00
C ₅ H ₈ O ₂	0,00	0,00	8.316,67	0,00
NaOH	69,83	0,00	69,83	0,00
Total	26.678,94	8.939,41	28.007,98	7.610,37
	35.618,35		35.618,35	

4.1.15. Decanter-02 (DC-02)

Komponen	Input (kg/h)		Output (kg/h)	
	Aliran37	Aliran 38	Aliran39	
C ₄ H ₆ O	15,09	24,03	0,00	
H ₂ O	1.568,14	0,00	1.568,14	
C ₅ H ₈ O ₂	8.316,67	8.316,67	0,00	
CH ₃ OH	1,58	1,58	0,00	
NaOH	69,83	0,00	69,83	
Total	9.971,30	8.333,33	1.637,97	
		9.971,30		

4.2. Neraca Panas

4.2.1. Accumulator-01 (ACC-01)

Aliran	PanasMasuk (kJ)	PanasKeluar (kJ)
Q ₁₄	2812212,55	0,00
Q ₁₅	0,00	1909101,67
Q ₁₆	0,00	903110,88
Total	2812212,55	2812212,55

4.2.2. Accumulator-02 (ACC-02)

Aliran	PanasMasuk (kJ)	PanasKeluar (kJ)
Q ₂₂	4387535,46	0,00
Q ₂₃	0,00	1930738,92
Q ₂₄	0,00	2456796,53
Total	4387535,46	4387535,46

4.2.3. Cooler-01 (C-01)

Aliran	PanasMasuk (kJ)	PanasKeluar (kJ)
Q ₁₆	903110,88	0,00
Q ₁₇	0,00	65834,49
Q _{w-in}	114174,05	0,00
Q _{w-out}	0,00	951450,44
Total	1017284,94	1017284,94

4.2.4. Cooler-02 (C-02)

Komponen	PanasMasuk (kJ)	PanasKeluar (kJ)
Q ₃₄	1855778,85	0,00
Q ₃₅	0,00	927434,85
Q _{w-in}	126592,36	0,00
Q _{w-out}	0,00	1054936,37
Total	1982371,22	1982371,22

4.2.5. Cooler-03 (C-03)

Komponen	PanasMasuk (kJ)	PanasKeluar (kJ)
Q ₃₅	927434,85	0,00
Q ₃₆	0,00	110328,88
Q _{w-in}	111423,54	0,00
Q _{w-out}	0,00	928529,51
Total	1038858,39	1038858,39

4.2.6. Decanter-01 (DC-01)

Aliran	PanasMasuk (kJ)	PanasKeluar (kJ)
Q ₁₇	65750,80	0,00
Q ₁₈	0,00	8897,90
Q ₁₉	0,00	56852,91
Total	65750,80	65750,80

4.2.7. Decanter-02 (DC-02)

Aliran	PanasMasuk (kJ)	PanasKeluar (kJ)
Q ₃₇	110328,91	0,00
Q ₃₉	0,00	33619,24
Q ₃₈	0,00	76709,66
Total	110328,91	110328,91

4.2.8. Heater-01 (H-01)

Komponen	Panasmasuk (kJ)	Panaskeluar (kJ)
Q ₆	1126149,57	0,00
Q ₇	0,00	3137986,95
Q _{s in}	2613589,34	0,00
Q _{s out}	0,00	601751,96
Total	3739738,91	3739738,91

4.2.9. Heater-02 (H-02)

Komponen	PanasMasuk (kJ)	PanasKeluar (kJ)
Q ₂₇	2490107,64	0,00
Q ₂₈	0,00	3493731,68
Q _{s in}	1303813,67	0,00
Q _{s out}	0,00	300189,63
Total	3793921,31	3793921,31

4.2.10. Heat Exchanger-01 (HE-01)

Komponen	Panasmasuk (kJ)	PanasKeluar (kJ)
Q ₈	3747481,08	0,00
Q ₉	0,00	2776833,39
Q ₅	155501,88	0,00
Q ₆	0,00	1126149,57
Total	3902982,96	3902982,96

4.2.11. Kompresor-01 (K-01)

Aliran	PanasMasuk (kJ)	PanasKeluar (kJ)
Q ₂₉	45294,25	0,00
Q ₃₀	0,00	499318,18
Duty	1422441,03	0,00
Q _{cw stage 1}	96984,62	808205,13
Q _{cw stage 2}	35072,26	292268,85
Total	1599792,15	1599792,15

4.2.12. Condenser-01 (C-01)

Aliran	PanasMasuk (kJ)	Panaskeluar (kJ)
Q ₁₃	1753183,36	0,00
Q ₁₆	0,00	903110,88
Q ₁₅	0,00	1909101,67
Q _{lv}	10705741,53	0,00
Q _{cw in}	1315460,77	0,00
Q _{cw out}	0,00	10962173,11
Total	13774385,66	13774385,66

4.2.13. Condenser-02 (C-02)

Aliran	PanasMasuk (kJ)	Panaskeluar (kJ)
Q ₂₁	629864,67	0,00
Q ₂₄	0,00	2456803,42
Q ₂₃	0,00	1930745,05
Q _{lv}	36886259,27	0,00
Q _{cw in}	4517533,02	0,00
Q _{cw out}	0,00	37646108,49
Total	42033656,96	42033656,96

4.2.14. Reaktor (R-01)

Komponen	PanasMasuk (kJ/jam)	PanasKeluar (kJ/jam)
Q _{7 in}	3137986,95	0,00
Q _{8 out}	0,00	3747481,08
Q _r	0,00	-78588258,21
Q-cwin	10633467,83	0,00
Q-cwout	0,00	88612231,91
Total	13771454,78	13771454,78

4.2.15. Reboiler-01 (RB-01)

Aliran	PanasMasuk (kJ)	PanasKeluar (kJ)
Q ₁₀	4578063,57	0,00
Q _{s in}	12915338,00	0,00
Q ₁₁	0,00	12351053,40
Q ₁₂	0,00	2168724,96
Q _{s out}	0,00	2973623,21
Q total	17493401,57	17493401,57

4.2.16. Mixing Point-01 (MP-01)

Komponen	Panasmasuk (kJ)	PanasKeluar (kJ)
Q _{in}	155501,88	0,00
Q _{out}	0,00	155501,88
Total	155501,88	155501,88

4.2.17. Mixing Point-02 (MP-02)

Komponen	PanasMasuk (kj)	PanasKeluar (kj)
Q _{in}	3762619,87	0,00
Q _{out}	0,00	3762619,87
Total	3762619,87	3762619,87

4.2.18. Mixing Point-03 (MP-03)

Komponen	PanasMasuk (kj)	PanasKeluar (kj)
Q _{in}	2490107,64	0,00
Q _{out}	0,00	2490107,64
Total	2490107,64	2490107,64

4.2.19. Kolom Distilasi-01 (KD-01)

Komponen	PanasMasuk (kj/jam)	PanasKeluar (kj/jam)
Q ₉	2776833,39	0,00
Q _{RB-01}	9941714,80	0,00
Q ₁₆	0,00	903110,88
Q ₁₀	0,00	2168724,96
Q _{CD-01}	0,00	9646712,34
Total	12718548,19	12718548,19

4.2.20. Reaktor-02 (R-02)

Komponen	PanasMasuk (kj/jam)	PanasKeluar (kj/jam)
Q ₂₈	3493731,68	0,00
Q ₃₀	499318,18	0,00
Q ₃₁	0,00	3705767,66
Q ₄₀	0,00	431602,57
Q _R	0,00	-24049738,87
Q-cwin	3259829,80	0,00
Q-cwout	0,00	27165248,29
Total	7252879,65	7252879,65

4.2.21. Kolom Distilasi-02 (KD-02)

Aliran	PanasMasuk (kJ)	PanasKeluar (kJ)
Q ₂₀	3762619,87	0,00
Q _{RB-02}	33678537,87	0,00
Q ₂₄	0,00	2456803,42
Q ₃₂	0,00	1855778,85
Q _{CD-02}	0,00	33128575,47
Total	37441157,74	37441157,74

4.2.22. Reboiler (RB-02)

Aliran	PanasMasuk (kJ)	PanasKeluar (kJ)
Q ₃₂	13597375,44	0,00
Q _{s in}	43751979,31	0,00
Q ₃₃	0,00	45420134,46
Q ₃₄	0,00	1855778,85
Q _{s out}	0,00	10073441,44
Q total	57349354,75	57349354,75