

BAB IV

NERACA PANAS

Waktu Operasional : 330 hari/tahun
 Basis perhitungan : 1 jam
 Tipe Proses : Kontinyu
 Satuan : Kilojoule (kJ)

IV.1. Tangki Pencucian I (F-117)

Komponen	Masuk (kJ)	Komponen	Keluar (kJ)
Dari <i>Fiber Shredder</i> (C-110)		Menuju <i>Rotary Dryer I</i> (B-119)	
TKKS	6.000,6042	Slurry TKKS	9.569,6207
Selulosa	2.725,8400	Selulosa	2.725,8400
Hemiselulosa	815,5132	Hemiselulosa	815,5132
Lignin	1.138,7145	Lignin	1.138,7145
Air	1.067,4367	Air	4.816,3076
Abu	13,9148	Abu	13,9148
Minyak	59,3306	Minyak	59,3306
Pengotor	179,8544	Menuju TPL	
Dari Utilitas		Air Limbah	125037,2737
Air	128.606,2902	Air	124857,4193
		Pengotor	179,8544
Total	134.606,8944	Total	134.606,8944

IV.2. *Rotary Dryer I* (B-119)

Komponen	Masuk (kJ)	Komponen	Keluar (kJ)
Dari Tangki Pencucian I (F-117)		Menuju Hammer Mill (C-120)	
TKKS	9.569,6207	TKKS	42.492,4189
Selulosa	2.725,8400	Selulosa	19.080,8800
Hemiselulosa	815,5132	Hemiselulosa	5.708,5926
Lignin	1.138,7145	Lignin	7.971,0015
Abu	13,9148	Abu	6.286,7025
Air	4.816,3076	Air	2.811,4654
Minyak	59,3306	Minyak	633,7769
Dari Utilitas		Ke Udara	
Udara	31.671.416,6204	Uap air	9.633,3374
		Udara	22.733.848,1292
		Q_{loss}	8.895.012,3556
Total	31.680.986,2411	Total	31.680.986,2411

IV.3. Belt Conveyor VI (J-123)

Komponen	Masuk (kJ)	Komponen	Keluar (kJ)
Dari Screener (X-122)		Menuju Tangki Bleaching (F-130)	
Serbuk TKKS	43.333,1141	Serbuk TKKS	39.108,1355
Selulosa	20.085,1369	Selulosa	18.132,7210
Hemiselulosa	6.009,0449	Hemiselulosa	5.424,9236
Lignin	8.390,5279	Lignin	7.574,9099
Air	7.992,1972	Air	7.218,6421
Abu	189,0738	Abu	166,2157
Minyak	667,1335	Minyak	590,7231
		Menuju Aliran Recycle	
		TKKS	2.058,3229
		Selulosa	954,3537
		Hemiselulosa	285,5223
		Lignin	398,6795
		Air	379,9285
		Abu	8,7482
		Minyak	31,0907
		Ke Udara	
		Q_{loss}	2.166,6557
Total	43.333,1141	Total	43.333,1141

IV.4. Tangki Pelarutan NaClO₂ 5% (F-125)

Komponen	Masuk (kJ)	Komponen	Keluar (kJ)
Dari NaClO ₂ (F-112)		Menuju Tangki Bleaching (F-130)	
NaClO ₂	3.294,0513	Larutan NaClO₂ 5%	375.340,7403
Dari Utilitas		NaClO ₂	3.294,0513
Air	372.046,6891	Air	372.046,6891
Q_{serap}	2.797,3158	Q_{pelarutan}	2.797,315805
Total	378.138,0561	Total	378.138,0561

IV.5. Tangki *Bleaching* (F-130)

Komponen	Masuk (kJ)	Komponen	Keluar (kJ)
Dari <i>Screener</i> (X-122)		Menuju <i>Filter Press</i> I (H-129)	
Serat TKKS	39.108,1355	Slurry TKKS	2.654.377,3932
Selulosa	18.132,7210	Selulosa	19.080,8800
Hemiselulosa	5.424,9236	Hemiselulosa	5.708,5926
Lignin	7.574,9099	Lignin	7.971,0015
Air	7.218,6421	Air	2.593.308,9393
Abu	166,2157	Abu	179,6201
Minyak	590,7231	Minyak	633,7769
Dari Tangki Pelarutan NaClO ₂		NaClO ₂	23.058,3590
Larutan NaClO₂ 5%	375.340,7403	CH ₃ COOH	4.436,2238
NaClO ₂	3.294,0513		
Air	372.046,6891		
Dari Tangki Penampungan Larutan CH ₃ COOH 96%			
CH₃COOH 96%	718,9778		
CH ₃ COOH	633,7463		
Air	85,2316		
Q_{supply}	2.357.062,6732	Q_{loss}	117.853,1337
Total	2.772.230,5269	Total	2.772.230,5269

IV.6. Filter Press I (H-129)

Komponen	Masuk (kJ)	Komponen	Keluar (kJ)
Dari Tangki Bleaching (F-130)		Menuju Tangki Pencucian II (F-132)	
Slurry TKKS	2.654.377,3932	Cake TKKS	79.512,0983
Selulosa	19.080,8800	Selulosa	17.157,3265
Hemiselulosa	5.708,5926	Hemiselulosa	5.133,1064
Lignin	7.971,0015	Lignin	7.167,4407
Air	2.593.308,9393	Air	48.982,6764
Abu	179,6201	Abu	5,0759
Minyak	633,7769	Minyak	547,6375
NaClO ₂	23.058,3590	NaClO ₂	435,1214
CH ₃ COOH	4.436,2238	CH ₃ COOH	83,7135
		Menuju TPL	
		Filtrat	2.309.427,5556
		Air	2.285.075,7179
		Abu	147,8331
		NaClO ₂	20.298,7124
		CH ₃ COOH	3.905,2923
		Q_{loss}	265.437,7393
Total	2.654.377,3932	Total	2.654.377,3932

IV.7. Tangki Pencucian II (F-132)

Komponen	Masuk (kJ)	Komponen	Keluar (kJ)
Dari Filter Press I (H-129)		Menuju Filter Press II (H-134)	
Cake TKKS	79.512,0983	Slurry TKKS	141.136,9784
Selulosa	17.157,3265	Selulosa	4.711,8833
Hemiselulosa	5.133,1064	Hemiselulosa	1.409,6950
Lignin	7.167,4407	Lignin	1.968,3803
Air	48.982,6764	Air	132.794,2970
Abu	5,0759	Abu	0,8811
Minyak	547,6375	Minyak	109,3550
NaClO ₂	435,1214	NaClO ₂	119,4965
CH ₃ COOH	83,7135	CH ₃ COOH	22,9901
Dari Utilitas			
Air	69.053,1421	Q_{loss}	7.428,262018
Total	148.565,2404	Total	148.565,2404

IV.8. Filter Press II (H-134)

Komponen	Masuk (kJ)	Komponen	Keluar (kJ)
Dari Tangki Pencucian II (F-134)		Menuju Reaktor Deglinifikasi (R-210)	
Slurry TKKS	141.136,9784	Cake TKKS	20.196,6145
Selulosa	4.711,8833	Selulosa	4.239,9506
Hemiselulosa	1.409,6950	Hemiselulosa	1.268,5028
Lignin	1.968,3803	Lignin	1.771,2313
Air	132.794,2970	Air	12.805,4626
Abu	0,8811	Abu	0,7752
Minyak	109,3550	Minyak	96,9546
NaClO ₂	119,4965	NaClO ₂	11,5209
CH ₃ COOH	22,9901	CH ₃ COOH	2,2165
		Menuju TPL	
		Filtrat	10.6826,6661
		Air	10.6712,1880
		NaClO ₂	96,0071
		CH ₃ COOH	18,4709
		Q_{loss}	14.113,69784
Total	141.136,9784	Total	141.136,9784

IV.9. Tangki Pelarutan NaOH 8% (F-212)

Komponen	Masuk (kJ)	Komponen	Keluar (kJ)
Dari Gudang Bahan Baku (F-111)		Menuju Reaktor Alkalisasi (R-220)	
NaOH	1.242,3925	Larutan NaOH 8%	274.493,8425
Dari Utilitas		NaOH	9.905,9329
Air	61.892,2811	Air	264.587,9095
Q_{pelarutan}	225.806,2132	Q_{loss}	14.447,0443
Total	288.940,8868	Total	288.940,8868

IV.10. Tangki Pelarutan NaOH 2% (F-214)

Komponen	Masuk (kJ)	Komponen	Keluar (kJ)
Dari Tangki Pelarutan NaOH 8% (F-212)		Menuju Reaktor Deglinifikasi (R-210)	
Larutan NaOH 8%	79.762,0083	Larutan NaOH 2%	510.038,9339
NaOH	11.004,6899	NaOH	4.715,9842
Air	68.757,3184	Air	505.322,9497
Dari Utilitas			
Air	206.268,6407		
Q_{pelarutan}	250.852,4393	Q_{loss}	26.844,1544
Total	536.883,0883	Total	536.883,0883

IV.11. Reaktor Delignifikasi (R-210)

Komponen	Masuk (kJ)	Komponen	Keluar (kJ)
Dari Filter Press II (H-134)		Menuju Filter Press III (H-217)	
Cake TKKS	20.196,6145	Slurry TKKS	3.158.932,7605
Selulosa	4.239,9506	Selulosa	29984,2400
Hemiselulosa	1.268,5028	Hemiselulosa	8970,6455
Lignin	1.771,2313	Lignin	2967,3761
Air	12.805,4626	Air	3.079.272,8760
Abu	0,7752	Abu	12,1721
Minyak	96,9546	Minyak	60,4518
NaClO ₂	11,5209	NaClO ₂	81,4736
CH ₃ COOH	2,2165	CH ₃ COOH	15,6748
Tangki NaOH 2% (F-)		NaOH	24.167,2455
Larutan NaOH 2%	510.038,9339	Na-ligninat	10.300,8319
NaOH	4715,9842	C ₃ H ₈ O ₃	231,7405
Air	505.322,9497	C ₁₅ H ₃₁ COONa	2.869,5623
		Q_{reaksi}	15.7901,5226
Q_{supply}	2.933.261,8260	Q_{loss}	146.663,0913
Total	3.463.497,3743	Total	3.463.497,3743

IV.12. Filter Press III (H-217)

Komponen	Masuk (kJ)	Komponen	Keluar (kJ)
Dari Reaktor Deglinifikasi (R-210)		Menuju <i>Cooling Conveyor</i> (J-218)	
Slurry TKKS	3.158.932,7605	Cake TKKS	84.952,8677
Selulosa	29.984,2400	Selulosa	26.943,5478
Hemiselulosa	8.970,6455	Hemiselulosa	2.522,2666
Lignin	2.967,3761	Lignin	2.666,4555
Air	3.079.272,8760	Abu	2,3551
Abu	12,1721	Minyak	51,7066
Minyak	60,4518	Hemiselulosa terlarut	103,9751
NaClO ₂	81,4736	Air	52.027,5209
CH ₃ COOH	15,6748	NaClO ₂	1,3744
NaOH	24.165,7157	NaOH	407,6582
Na-ligninat	10.300,8319	Na-ligninat	173,7632
C ₃ H ₈ O ₃	231,7405	C ₃ H ₈ O ₃	3,8380
C ₁₅ H ₃₁ COONa	2.869,5623	C ₁₅ H ₃₁ COONa	48,4062
		Menuju TPL	
		Filtrat	2.758.086,6167
		Hemiselulosa terlarut	5.434,6935
		Abu	7,8845
		Air	2.719.436,9166
		NaClO ₂	71,8370
		CH ₃ COOH	14,0852
		NaOH	21.307,9694
		Na-ligninat	9.082,4646
		C ₃ H ₈ O ₃	200,6112
		C ₁₅ H ₃₁ COONa	2.530,1547
		Q_{loss}	315.893,276
Total	3.158.932,7605	Total	3.158.932,7605

IV.13. Cooling Conveyor (J-218)

Komponen	Masuk (kJ)	Komponen	Keluar (kJ)
Dari Filter Press III (H-217)		Menuju Reaktor Alkalisasi (R-220)	
Cake TKKS	84.952,8677	Cake TKKS	3.462,3111
Selulosa	26.943,5478	Selulosa	1.090,3360
Hemiselulosa	2.522,2666	Hemiselulosa	102,0696
Lignin	2.666,4555	Lignin	107,9046
Abu	2,3551	Abu	0,0389
Minyak	51,7066	Minyak	1,1213
Hemiselulosa terlarut	103,9751	Hemiselulosa terlarut	4,2076
Air	52.027,5209	Air	2.130,9585
NaClO ₂	1,3744	NaClO ₂	0,0556
NaOH	407,6582	NaOH	16,4997
Na-ligninat	173,7632	Na-ligninat	7,0318
C ₃ H ₈ O ₃	3,8380	C ₃ H ₈ O ₃	0,1287
C ₁₅ H ₃₁ COONa	48,4062	C ₁₅ H ₃₁ COONa	1,9589
		Qserap	81.490,5566
Total	84952,8677	Total	84.952,8677

IV.14. Reaktor Alkalisasi (R-220)

Komponen	Masuk (kJ)	Komponen	Keluar (kJ)
Dari <i>Cooling Conveyor</i> (J-218)		Menuju Reaktor Eterifikasi (R-230)	
Slurry TKKS	3.462,3111	Slurry Na-Selulosa	41.886,7245
Selulosa	1.090,3360	Na-Selulosa	1.069,1781
Hemiselulosa	102,0696	Selulosa	109,0336
Lignin	107,9046	Hemiselulosa	31,9376
Abu	0,0389	Lignin	13,6068
Minyak	1,1213	Abu	0,0389
	4,2076	Hemiselulosa	74,3397
Hemiselulosa terlarut		terlarut	
Air	2.130,9585	Air	27.479,5574
NaClO ₂	0,0556	NaClO ₂	0,0556
NaOH	16,4997	NaOH	490,9354
Na-ligninat	7,0318	CH ₃ CH(OH)CH ₃	12.501,4482
C ₃ H ₈ O ₃	0,1287	Na-ligninat	108,6531
C ₁₅ H ₃₁ COONa	1,9589	C ₃ H ₈ O ₃	0,4894
Dari Tangki Pelarutan NaOH 8% (F-212)		C ₁₅ H ₃₁ COONa	7,4513
Larutan NaOH 8%	274.493,8425		
NaOH	9.905,9329		
Air	264.587,9095		
Dari Tangki Pelarutan CH ₃ CH(OH)CH ₃ 99,8%			
Larutan CH₃CH(OH)CH₃ 90%	32.016,7052		
CH ₃ CH(OH)CH ₃	31.754,4487		
Air	262,2565	Q_{reaksi}	527.757,7250
Q_{supply}	273.338,5166	Q_{loss}	136.66,92583
Total	583.311,3754	Total	583311,3754

IV.15. Tangki Pelarutan MCA 1% (F-225)

Komponen	Masuk (kJ)	Komponen	Keluar (kJ)
Dari Gudang Bahan Baku (F-111)		Menuju Reaktor Eterifikasi (R-230)	
ClCH ₂ CO ₂ H	1.697,5680	Larutan ClCH₂CO₂H	304.795,6061
Dari Utilitas		ClCH ₂ CO ₂ H	2.012,3925
Air	255.468,3375	Air	302.783,2135
Qpelarutan	50.136,5269	Qloss	2.506,8263
Total	307.302,4324	Total	307.302,4324

IV.16. Reaktor Eterifikasi (R-230)

Komponen	Masuk (kJ)	Komponen	Keluar (kJ)
Dari Reaktor Alkalisasi (R-220)		Menuju Filter Press IV (H-228)	
Slurry Na-Selulosa	41.886,7245	Slurry Na-CMC	1.453.758,1256
Na-Selulosa	1.069,1781	Na-CMC	13.013,4123
Selulosa	109,0336	Na-Selulosa	534,5891
Hemiselulosa	31,9376	Selulosa	1.090,3360
Lignin	13,6068	Hemiselulosa	319,3759
Abu	0,0389	Lignin	136,0677
Hemiselulosa terlarut	74,3397	Abu	0,6054
Air	27.479,5574	Hemiselulosa terlarut	743,3965
NaClO ₂	0,0556	Air	1.296.009,3783
NaOH	490,9354	NaClO ₂	0,5562
CH ₃ CH(OH)CH ₃	12.501,4482	NaOH	982,1741
Na-ligninat	108,6531	CH ₃ CH(OH)CH ₃	136.642,5727
C ₃ H ₈ O ₃	0,4894	Na-ligninat	1.086,5310
C ₁₅ H ₃₁ COONa	7,4509	C ₃ H ₈ O ₃	5,2965
Tangki Pelarutan ClCH ₂ CO ₂ H 1% (F-225)		C ₁₅ H ₃₁ COONa	74,5133
Larutan	304.795,6061	ClCH ₂ CO ₂ H	2.488,9137
ClCH ₂ CO ₂ H		NaCl	630,4117
ClCH ₂ CO ₂ H	2012,3925	Q_{reaksi}	670.464,4271
Air	302.783,2135	Q_{loss}	93.554,74853
Q_{supply}	1.871.094,971	Total	2.217.777,3012
Total	2.217.777,3012		

IV.17. Filter Press IV (H-228)

Komponen	Masuk (kJ)	Komponen	Keluar (kJ)
Dari Reaktor Eterifikasi (R-220)		Menuju Tangki Pencucian Na-CMC (F-320)	
Slurry Na-CMC	1.453.758,1256	Cake TKKS	33.837,8535
Na-CMC	13.013,4123	Na-CMC	11.717,0822
Na-Selulosa	534,5891	Hemiselulosa	287,5613
Selulosa	1.090,3360	Lignin	122,5133
Hemiselulosa	319,3759	Abu	0,1204
Lignin	136,0677	NaCl	554,4839
Abu	0,6054	Na-Selulosa	7,8592
Hemiselulosa terlarut	743,3965	Hemiselulosa terlarut	10,9290
Air	1.296.009,3783	Air	19.062,5765
NaClO ₂	0,5562	NaOH	14,4395
NaOH	982,1741	CH ₃ CH(OH)CH ₃	1.990,5989
CH ₃ CH(OH)CH ₃	136.642,5727	Na-ligninat	15,9736
Na-ligninat	1.086,5310	Selulosa	16,0296
C ₃ H ₈ O ₃	5,2965	C ₁₅ H ₃₁ COONa	1,0954
C ₁₅ H ₃₁ COONa	74,5086	ClCH ₂ CO ₂ H	36,5907
ClCH ₂ CO ₂ H	2.488,9137	Menuju TPL	
NaCl	630,4117	Filtrat	1.274.544,4595
		Na-Selulosa	473,4768
		Hemiselulosa terlarut	658,4141
		Abu	0,4032
		Air	1.148.415,9443
		NaClO ₂	0,5008
		NaOH	869,9014
		CH ₃ CH(OH)CH ₃	119.922,6928
		Na-ligninat	962,3227
		Selulosa	965,6927
		C ₃ H ₈ O ₃	4,7298
		C ₁₅ H ₃₁ COONa	65,9911
		ClCH ₂ CO ₂ H	2.204,3900
		Q_{loss}	145.375,8126
Total	1453758,1256	Q_{total}	1.453.758,1256

IV.18. Tangki Pencucian Na-CMC (F-310)

Komponen	Masuk (kJ)	Komponen	Keluar (kJ)
Dari Filter Press IV (H-228)		Menuju Press Filter V (H-315)	
Cake Na-CMC	33.837,8535	Slurry Na-CMC	46.936,1512
Na-CMC	11.717,0822	Na-CMC	6.107,6712
Hemiselulosa	287,5613	Lignin	63,8615
Lignin	122,5133	Abu	0,0516
Abu	0,1204	NaCl	259,0768
NaCl	554,4839	Na-Selulosa	4,0967
Na-Selulosa	7,8592	Hemiselulosa terlarut	155,5917
Hemiselulosa terlarut	10,9290	Air	28.237,1798
Air	19.062,5765	NaOH	7,5270
NaOH	14,4395	CH ₃ CH(OH)CH ₃	995,4645
CH ₃ CH(OH)CH ₃	1.990,5989	Na-ligninat	8,3264
Na-ligninat	15,9736	Selulosa	8,3556
Selulosa	16,0296	C ₁₅ H ₃₁ COONa	0,5710
C ₁₅ H ₃₁ COONa	1,0954	ClCH ₂ CO ₂ H	19,0734
ClCH ₂ CO ₂ H	36,5907	C ₂ H ₅ OH	11.069,3040
Tangki Penampungan Larutan Etanol 70% (F-312)			
Larutan Etanol 70%	15.568,6214		
C ₂ H ₅ OH	5.821,6257		
Air	9.746,9957	Q_{loss}	2.470,3237
Total	49.406,4749	Total	49.406,4749

IV.19. *Filter Press V (H-315)*

Komponen	Masuk (kJ)	Komponen	Keluar (kJ)
Dari Tangki Pencucian Na-CMC (F-310)		Menuju <i>Rotary Dryer</i> II (B-317)	
Slurry Na-CMC	46.936,1512	Cake Na-CMC	10.468,7666
Na-CMC	6.107,6712	Na-CMC	5.500,5866
Lignin	63,8615	Abu	0,0454
Abu	0,0516	Lignin	7,7860
NaCl	259,0768	NaCl	31,1874
Na-Selulosa	4,0967	Hemiselulosa terlarut	18,9698
Hemiselulosa terlarut	155,5917	Air	3.443,4249
Air	28.237,1798	CH ₃ CH(OH)CH ₃	120,7990
NaOH	7,5270	C ₂ H ₅ OH	1.345,9675
CH ₃ CH(OH)CH ₃	995,4645	Menuju TPL	
Na-ligninat	8,3264	Filtrat	31.773,7695
Selulosa	8,3556	Lignin	49,7279
C ₁₅ H ₃₁ COONa	0,5710	NaCl	199,1884
ClCH ₂ CO ₂ H	19,0734	Na-Selulosa	3,6895
C ₂ H ₅ OH	11.069,3040	Hemiselulosa terlarut	121,1566
		Air	21.992,5380
		NaOH	6,7788
		CH ₃ CH(OH)CH ₃	771,5215
		Na-ligninat	7,4988
		Selulosa	7,5251
		C ₁₅ H ₃₁ COONa	0,5142
		ClCH ₂ CO ₂ H	17,1775
		C ₂ H ₅ OH	8.596,4532
		Q_{loss}	4693,615119
Total	46.936,1512	Total	46.936,1512

IV.20. Rotary Dryer II (B-317)

Komponen	Masuk (kJ)	Komponen	Keluar (kJ)
Dari <i>Filter Press</i> V (H-315)		Menuju Gudang Penyimpanan Na-CMC (F-319)	
Cake Na-CMC	10.468,7666	Bubuk Na-CMC	7.581,7095
Na-CMC	0,0454	Na-CMC	5.500,5866
Abu	7,7860	Abu	0,7247
Lignin terlarut	31,1874	Lignin	7,7860
NaCl	18,9698	NaCl	361,7895
Hemiselulosa terlarut	3.443,4249	Hemiselulosa	18,9698
Air	120,7990	Air	1.691,8529
CH ₃ CH(OH)CH ₃	1.345,9675	Ke udara	
C ₂ H ₅ OH	5.500,5866	Uap larutan	14.453,9745
Dari Utilitas		Air	8.898,8528
Udara	7.834.231,0402	391,4921	391,4921
		5163,6296	5.163,6296
		Udara	7.834.231,0402
		Q_{loss}	174.778,9118
Total	7.844.699,8068	Total	7.844.699,8068