

## LAMPIRAN 2

### PERHITUNGAN

#### 1. Menghitung Jumlah KOH yang Digunakan

$$\text{Konsentrasi KOH} = 0.075 \text{ N}$$

$$\text{Volume Elektrolisis} = 1000 \text{ ml}$$

$$\text{Berat Molekul KOH} = 56 \text{ gr/grmol}$$

$$KOH = V \times N \times BM$$

(Sumber: Kimia Analisis Dasar, 2010 POLSRI)

$$KOH = 0,075 \frac{\text{mol}}{\text{ml}} \times 1 \text{ ml} \times 56 \frac{\text{gr}}{\text{grmol}}$$

$$KOH = 4.2 \text{ gr}$$

Dari volume 1000 ml larutan KOH digunakan 850 ml untuk proses Elektrolisis

$$\text{Konsentrasi KOH} = 0.05 \text{ N}$$

$$\text{Volume Elektrolisis} = 1000 \text{ ml}$$

$$\text{Berat Molekul KOH} = 56 \text{ gr/grmol}$$

$$KOH = V \times N \times BM$$

(Sumber: Kimia Analisis Dasar, 2010 POLSRI)

$$KOH = 0,05 \frac{\text{mol}}{\text{ml}} \times 1 \text{ ml} \times 56 \frac{\text{gr}}{\text{grmol}}$$

$$KOH = 2,8 \text{ gr}$$

Dari volume 1000 ml larutan KOH digunakan 850 ml untuk proses Elektrolisis

$$\text{Konsentrasi KOH} = 0.025 \text{ N}$$

$$\text{Volume Elektrolisis} = 1000 \text{ ml}$$

$$\text{Berat Molekul KOH} = 56 \text{ gr/grmol}$$

$$KOH = V \times N \times BM$$

(Sumber: Kimia Analisis Dasar, 2010 POLSRI)

$$KOH = 0,025 \frac{mol}{ml} \times 1 ml \times 56 \frac{gr}{grmol}$$

$$KOH = 1,4 gr$$

Dari volume 1000 ml larutan NaOH digunakan 850 ml untuk proses Elektrolisis

## 2. Menghitung Bedaan Tekan Manometer U dan Tekanan Pada Tabung Pemampungan Gas H<sub>2</sub>

### a. Elektroda 8 Lempeng dan Arus 10 A pada Konsentrasi 0,075 N

Manometer tabung U menggunakan Air sebagai media pembacaan

Perbedaan tinggi tekan pada detik 1 = 26 cm

$$= 260 \text{ mmH}_2\text{O}$$

$$= 260 \text{ mmH}_2\text{O} \times 9.80665 \frac{1Pa}{mmH2O}$$

$$= 2549.6585 \text{ Pa}$$

Tekanan tabung pada detik 1

$$= 0,08 \text{ atm (tekanan Pengukuran)}$$

$$= 0,08 \text{ atm} + 1 \text{ atm}$$

$$= 1.08 \text{ atm (Tekanan Absolute)}$$

Untuk detik selanjutnya menggunakan rumus yang sama dan di dapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 14. Beda Tekan Manometer Tabung U  
 Jumlah lempeng 8 dan Arus 10 A konsentrasi 0,075 N

No	Waktu (detik)	$\Delta p$		Tekanan Absolute (atm)
		mmH <sub>2</sub> O	Pa	
1	30	260	2549.6585	1.08
2	60	240	2353.5310	1.13
3	90	180	1765.1482	1.21
4	120	155	1519.9887	1.3
5	150	140	1372.8931	1.37
6	180	120	1176.7655	1.4
7	210	120	1176.7655	1.43
8	240	120	1176.7655	1.49
9	270	110	1078.7017	1.51
10	300	80	784.5103	1.52
11	330	50	490.3190	1.52
12	360	45	441.2871	1.53
13	390	40	392.2552	1.55
14	420	40	392.2552	1.56
15	450	30	294.1914	1.56
16	480	25	245.1595	1.57
17	510	25	245.1595	1.57
18	540	25	245.1595	1.57

**b. Elektroda 8 Lempeng dan Arus 10 A pada Konsentrasi 0.05 N**

Tabel 15. Beda Tekan Manometer Tabung U

Jumlah lempeng 8 dan Arus 10 A pada konsentrasi 0.05

No	Waktu (detik)	$\Delta p$		Tekanan Absolute (atm)
		mmH <sub>2</sub> O	Pa	
1	30	260	2549.6585	1.09
2	60	220	2157.4034	1.14
3	90	180	1765.1482	1.2
4	120	160	1569.0206	1.29
5	150	140	1372.8931	1.31
6	180	120	1176.7655	1.38
7	210	120	1176.7655	1.39
8	240	120	1176.7655	1.41
9	270	105	1029.6698	1.43
10	300	75	735.4784	1.48
11	330	50	490.3190	1.5
12	360	45	441.2871	1.5
13	390	40	392.2552	1.51
14	420	40	392.2552	1.52
15	450	30	294.1914	1.53
16	480	30	294.1914	1.53
17	510	30	294.1914	1.53
18	540	30	294.1914	1.55
19	570	30	294.1914	1.55

**c.Elektroda 8 Lempeng dan Arus 10 A pada Konsentrasi 0.025 N**

Tabel 16. Beda Tekan Manometer Tabung U

Jumlah lempeng 8 dan Arus 10 A pada konsentrasi 0.025

No	Waktu (detik)	$\Delta p$		Tekanan Absolute (atm)
		mmH <sub>2</sub> O	Pa	
1	30	260	2647.7223	1.07
2	60	220	2353.5310	1.12
3	90	180	1961.2758	1.2
4	120	160	1569.0206	1.28
5	150	140	1372.8931	1.3
6	180	120	882.5741	1.39
7	210	120	686.4465	1.42
8	240	120	490.3190	1.46
9	270	105	441.2871	1.49
10	300	75	392.2552	1.5
11	330	50	294.1914	1.5
12	360	45	294.1914	1.51
13	390	40	294.1914	1.53
14	420	40	294.1914	1.53

**d. Elekktroda 6 Lempeng dan Arus 10 A Pada Konsentrasi 0.075**

Tabel 17. Beda Tekan Manometer Tabung U

Jumlah lempeng 6 dan Arus 10 A pada konsentrasi 0.075

No	Waktu (detik)	$\Delta p$		Tekanan Absolute (atm)
		mmH <sub>2</sub> O	Pa	
1	30	260	2549.6585	1.08
2	60	240	2353.5310	1.12
3	90	230	2255.4672	1.2
4	120	200	1961.2758	1.29
5	150	180	1765.1482	1.37
6	180	170	1667.0844	1.41
7	210	155	1519.9887	1.47
8	240	140	1372.8931	1.51
9	270	140	1372.8931	1.54
10	300	120	1176.7655	1.62
11	330	100	980.6379	1.65
12	360	70	686.4465	1.69
13	390	60	588.3827	1.72
14	420	40	392.2552	1.75
15	450	35	343.2233	1.78
16	480	30	294.1914	1.8
17	510	30	294.1914	1.83
18	540	25	245.1595	1.89
19	570	25	245.1595	1.91
20	600	25	245.1595	1.93
21	630	20	196.1276	1.95
22	660	20	196.1276	1.99
23	690	15	147.0957	1.99
24	720	15	147.0957	2
25	750	10	98.0638	2
26	780	10	98.0638	2.1
27	810	9	88.2574	2.1
28	840	9	88.2574	2.1

**e. Elektroda 6 Lempeng dan Arus 10 A pada Konsentrasi 0.05 N**

Tabel 18. Beda Tekan Manometer Tabung U

Jumlah lempeng 6 dan Arus 10 A pada konsentrasi 0.05

No	Waktu (detik)	$\Delta p$		Tekanan Absolute (atm)
		mmH <sub>2</sub> O	Pa	
1	30	270	2647.7223	1.08
2	60	240	2353.5310	1.11
3	90	230	2255.4672	1.14
4	120	200	1961.2758	1.2
5	150	180	1765.1482	1.24
6	180	170	1667.0844	1.3
7	210	150	1470.9569	1.36
8	240	150	1470.9569	1.41
9	270	145	1421.9250	1.48
10	300	140	1372.8931	1.53
11	330	120	1176.7655	1.61
12	360	110	1078.7017	1.66
13	390	90	882.5741	1.72
14	420	70	686.4465	1.75
15	450	65	637.4146	1.79
16	480	50	490.3190	1.81
17	510	35	343.2233	1.83
18	540	30	294.1914	1.87
19	570	30	294.1914	1.9
20	600	20	196.1276	1.9
21	630	20	196.1276	1.91
22	660	10	98.0638	1.91
23	690	10	98.0638	1.92
24	720	10	98.0638	1.92
25	750	10	98.0638	1.92

**f. Elektroda 6 Lempeng Elektroda dan Arus 10 A pada Konsentrasi 0.025 N**

Tabel 19. Beda Tekan Manometer Tabung U

Jumlah lempeng 6 dan Arus 10 A pada konsentrasi 0.025 N

No	Waktu (detik)	$\Delta p,$		Tekanan Absolute (atm)
		mmH <sub>2</sub> O	Pa	
1	30	270	2647.7223	1.06
2	60	250	2451.5948	1.08
3	90	240	2353.5310	1.12
4	120	200	1961.2758	1.19
5	150	180	1765.1482	1.26
6	180	175	1716.1163	1.3
7	210	160	1569.0206	1.39
8	240	140	1372.8931	1.42
9	270	140	1372.8931	1.5
10	300	130	1274.8293	1.53
11	330	115	1127.7336	1.6
12	360	80	784.5103	1.65
13	390	60	588.3827	1.7
14	420	40	392.2552	1.71
15	450	35	343.2233	1.73
16	480	30	294.1914	1.76
17	510	25	245.1595	1.79
18	540	25	245.1595	1.79
19	570	25	245.1595	1.8
20	600	25	245.1595	1.81
21	630	20	196.1276	1.81
22	660	15	147.0957	1.82
23	690	15	147.0957	1.83
24	720	10	98.0638	1.85
25	750	10	98.0638	1.85
26	780	10	98.0638	1.85



**g. Elektroda 4 Lempeng dan Arus 10 A pada konsentrasi 0.075 N**

Tabel 20. Beda Tekan Manometer Tabung U

Jumlah lempeng 4 dan Arus 10 A pada Konsentrasi 0.075

No	Waktu (detik)	$\Delta p$		Tekanan Absolute (atm)
		mmH <sub>2</sub> O	Pa	
1	30	205	2010.3077	1.06
2	60	165	1618.0525	1.11
3	90	140	1372.8931	1.19
4	120	125	1225.7974	1.25
5	150	115	1127.7336	1.31
6	180	105	1029.6698	1.36
7	210	100	980.6379	1.4
8	240	98	961.0251	1.48
9	270	95	931.6060	1.52
10	300	78	764.8976	1.59
11	330	54	529.5445	1.61
12	360	45	441.2871	1.63
13	390	38	372.6424	1.68
14	420	36	353.0296	1.69
15	450	35	343.2233	1.7
16	480	34	333.4169	1.71
17	510	32	313.8041	1.72
18	540	31	303.9977	1.75
19	570	30	294.1914	1.79
20	600	30	294.1914	1.8
21	630	28	274.5786	1.8
22	660	16	156.9021	1.81
23	690	14	137.2893	1.82
24	720	14	137.2893	1.82
25	750	12	117.6765	1.83
26	780	12	117.6765	1.83
27	810	12	117.6765	1.83

### h. Elektroda 4 Lempeng dan Arus 10 A pada Konsentrasi 0.05 N

Tabel 21. Beda Tekan Manometer Tabung U  
Jumlah lempeng 4 dan Arus 10 A pada Konsentrasi 0.05 N

No	Waktu (detik)	$\Delta p$		Tekanan Absolute (atm)
		mmH <sub>2</sub> O	Pa	
1	30	210	2059.3396	1.04
2	60	176	1725.9227	1.09
3	90	120	1176.7655	1.12
4	120	110	1078.7017	1.2
5	150	100	980.6379	1.24
6	180	88	862.9614	1.3
7	210	85	833.5422	1.35
8	240	80	784.5103	1.4
9	270	67	657.0274	1.42
10	300	60	588.3827	1.48
11	330	55	539.3508	1.5
12	360	50	490.3190	1.51
13	390	35	343.2233	1.53
14	420	35	343.2233	1.55
15	450	20	196.1276	1.56
16	480	20	196.1276	1.58
17	510	15	147.0957	1.58
18	540	10	98.0638	1.6
19	570	10	98.0638	1.61
20	600	10	98.0638	1.61

### i. Elektroda 4 Lempeng dan Arus 10 A pada Konsentrasi 0.025N

Tabel 22. Beda Tekan Manometer Tabung U

Jumlah lempeng 4 dan Arus 10 A pada Konsentrasi 0.025 N

No	Waktu (detik)	$\Delta p$		Tekanan Absolute (atm)
		mmH <sub>2</sub> O	Pa	
1	30	230	2255.4672	1.02
2	60	220	2157.4034	1.06
3	90	195	1912.2439	1.09
4	120	175	1716.1163	1.12
5	150	145	1421.9250	1.16
6	180	140	1372.8931	1.2
7	210	120	1176.7655	1.23
8	240	115	1127.7336	1.29
9	270	110	1078.7017	1.31
10	300	100	980.6379	1.33
11	330	100	980.6379	1.39
12	360	95	931.6060	1.41
13	390	88	862.9614	1.43
14	420	55	539.3508	1.48
15	450	40	392.2552	1.49
16	480	40	392.2552	1.5
17	510	38	372.6424	1.5
18	540	30	294.1914	1.51
19	570	25	245.1595	1.51
20	600	25	245.1595	1.52
21	630	25	245.1595	1.52
22	660	25	245.1595	1.52

### 3. Menghitung Densitas Campuran dan Laju Alir Gas Pada Orifice

$$\rho_{Campuran} = \left( \frac{2}{3} \times \rho_{Hidrogen} + \frac{1}{3} \times \rho_{Oksigen} \right) \quad (\text{Houge, 1997})$$

$$\text{Densitas Hydrogen} = 0,085 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Densitas Oksigen} = 1,354 \text{ kg/m}^3$$

(Sumber :<http://en.wikipedia.org/wiki/>,2014)

$$\rho_{Campuran(Oxyhydrogen)} = \left( \frac{2}{3} \times \rho_{Hidrogen} + \frac{1}{3} \times \rho_{Oksigen} \right)$$

$$\rho_{Campuran(Oxyhydrogen)} = \left( \frac{2}{3} \times 0,085 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} + \frac{1}{3} \times 1,354 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \right)$$

$$\rho_{Campuran(Oxyhydrogen)} = 0.5080 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$$

#### 4. Menghitung Luas Permukaan Tube dan Plat Orifice

Diketahui :

$$d\text{-in tube} = 5 \text{ mm}$$

$$d\text{-orifice} = 0,8 \text{ mm}$$

$$A_{tube}(A_1) = \pi \frac{d^2}{4} \quad (\text{Hougen,1997})$$

$$A_{tube}(A_1) = 3,14 \frac{5 \text{ mm}^2}{4}$$

$$A_{tube}(A_1) = 19.6250 \text{ mm}^2$$

$$A_{plat \text{ Orifice}}(A_2) = \pi \frac{d^2}{4} \quad (\text{Hougen,1997})$$

$$A_{plat \text{ Orifice}}(A_2) = \pi \frac{0,8^2}{4}$$

$$A_{tube}(A_1) = 0.5024 \text{ mm}^2$$

#### 5. Data Perhitungan Penentuan Jumlah Gas Hasil Elektrolisis

##### a. Secara Teoritis

##### 1. Mencari Laju Alir Rata Rata

Perhitungan jumlah gas hasil Elektrolisis secara teoritis dengan menggunakan persamaan yang menggunakan konstanta Orifice, dimana pengukuran laju alir gas yang dihasilkan dari Bubbler menggunakan piringan orifice sebagai pembacaan beda tekanan ( $\Delta P$ ) aliran gas hasil elektrolisis.

Persamaan yang digunakan:

$$Q = Cd \sqrt{\frac{2\Delta p}{\rho}} \cdot \frac{A_2}{\sqrt{1 - \left(\frac{A_2}{A_1}\right)^2}}$$

(Sumber:[http://id.wikipedia.org/wiki/HidrogenSumber\\_](http://id.wikipedia.org/wiki/HidrogenSumber_):[http://www.efunda.com/formulae/fluids/calcul\\_orifice\\_flowmeter.cfm#calc](http://www.efunda.com/formulae/fluids/calcul_orifice_flowmeter.cfm#calc))

Dik :

Q = Laju Alir (ml/s)

Cd = Konstanta Orifice

$\Delta P$  = Perbedaan tekanan (atm)

$\rho$  = massa jenis gas campuran ( $\text{kg/m}^3$ )

$A_2$  = Luas Pipa a ( $\text{mm}^2$ )

$$A_1 = \text{Luas Pipa } b \text{ (mm}^2\text{)}$$

**a. Elektroda 4 Lempeng dan Arus 10 A pada Konsentrasi 0.025N**

Diketahui :

$$d\text{-in tube} = 5 \text{ mm}$$

$$d\text{-orifice} = 0,8 \text{ mm}$$

$$Cd = 0,6$$

$$\text{Densitas Hydrogen} = 0,085 \text{ kg/m}^3 \text{ (sumber } \text{http://id.wikipedia.org/wiki/Oksigen}\text{)}$$

$$\text{Densitas Oksigen} = 1,354 \text{ kg/m}^3 \text{ (sumber } \text{http://id.wikipedia.org/wiki/Hidrogen}\text{)}$$

$$\begin{aligned} \text{Densitas Pruduk} &= (\text{Densitas Hydrogen} \cdot 2/3) + (\text{Densitas oksigen} \cdot 1/3) \\ &= (0,085 \text{ kg/m}^3 \cdot 2/3) + (1,354 \text{ kg/m}^3 \cdot 1/3) \\ &= 0,5080 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_1 &= \pi D^2 / 4 \\ &= 3,14 \cdot (5 \text{ mm})^2 / 4 \\ &= 19,6250 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_2 &= \pi D^2 / 4 \\ &= 3,14 \cdot (0,8 \text{ mm})^2 / 4 \\ &= 0,5024 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$Q = Cd \sqrt{\frac{2\Delta p}{\rho}} \cdot \frac{A_2}{\sqrt{1 - \left(\frac{A_2}{A_1}\right)^2}}$$

$$Q = 0.6 \sqrt{\frac{2 \cdot 2255.4675 \text{ Pa}}{0.0850 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}} \cdot \frac{0.5024 \text{ mm}^2}{\sqrt{1 - \left(\frac{0.5024 \text{ mm}^2}{19.6250 \text{ mm}^2}\right)^2}}$$

$$Q = 29.1518 \text{ ml/s}$$

$$\text{Laju Alir Rat-rata} = \frac{\text{Laju Alir Total}}{\text{Jumlah Waku Elektrolisis}}$$

$$\text{Laju Alir Rat-rata} = \frac{392.2576 \text{ ml/s}}{22}$$

$$\text{Laju Alir Rat-rata} = 17.5408 \text{ ml/s}$$

Untuk detik selanjutnya menggunakan rumus yang sama dan di dapatkan hasil sebagai berikut

Tabel 23. Laju Alir Jumlah lempeng 4 dan Arus 10 A pada Konsentrasi 0.025 N

No	Waktu (detik)	Laju Alir, ml/s
1	30	29.1518
2	60	28.5110
3	90	26.8422
4	120	25.4285
5	150	23.1465
6	180	22.7439
7	210	21.0568
8	240	20.6134
9	270	20.1603
10	300	19.2221
11	330	19.2221
12	360	18.7354
13	390	18.0319
14	420	14.2555
15	450	12.1571
16	480	12.1571
17	510	11.8493
18	540	10.5284
19	570	9.6111
20	600	9.6111
21	630	9.6111
22	660	9.6111
Total		392.2576
Rata-rata		17.5408

**b. Elektroda 4 Lempeng dan Arus 10 A pada Konsentrasi 0.05 N**

Tabel 24. Laju Alir Jumlah lempeng 4 dan Arus 10 A pada Konsentrasi 0.05 N

No	Waktu (detik)	Laju Alir, ml/s
1	30	27.1513
2	60	24.8563
3	90	20.5244
4	120	19.6507
5	150	18.7362
6	180	17.5761
7	210	17.2739
8	240	16.7581
9	270	15.3362
10	300	14.5130
11	330	13.8951
12	360	13.2485
13	390	11.0845
14	420	11.0845
15	450	8.3791
16	480	8.3791
17	510	7.2565
18	540	5.9249
19	570	5.9249
20	600	5.9249
Total		283.4780
Rata-rata		17.5873

**b. Elektroda 4 Lempeng dan Arus 10 A pada Konsentrasi 0.075 N**

Tabel 25. Laju Alir Jumlah lempeng 4 dan Arus 10 A pada Konsentrasi 0.075 N

No	Waktu (detik)	Laju Alir, ml/s
1	30	26.8261
2	60	24.0670
3	90	22.1689
4	120	20.9477
5	150	20.0923
6	180	19.1989
7	210	18.7362
8	240	18.5479
9	270	18.2618
10	300	16.5473
11	330	13.7682
12	360	12.5686
13	390	11.5497
14	420	11.2417
15	450	11.0845
16	480	10.9250
17	510	10.5988
18	540	10.4319
19	570	10.2622
20	600	10.2622
21	630	9.9142
22	660	7.4945
23	690	7.0104
24	720	7.0104
25	750	6.4904
26	780	6.4904
27	810	6.4904
Total		368.9876
Rata-rata		13.4757



**b. Elektroda 6 Lempeng dan Arus 10 A pada Konsentrasi 0.025 N**

Tabel 26. Laju Alir Jumlah lempeng 6 dan Arus 10 A pada Konsentrasi 0.025 N

No	Waktu (detik)	Laju Alir, ml/s
1	30	30.7867
2	60	29.6245
3	90	29.0259
4	120	26.4969
5	150	25.1372
6	180	24.7856
7	210	23.6996
8	240	22.1689
9	270	22.1689
10	300	21.3625
11	330	20.0923
12	360	16.7581
13	390	14.5130
14	420	11.8498
15	450	11.0845
16	480	10.2622
17	510	9.3681
18	540	9.3681
19	570	9.3681
20	600	9.3681
21	630	8.3791
22	660	7.2565
23	690	7.2565
24	720	5.9249
25	750	5.9249
26	780	5.9249
Total		417.9557
Rata-rata		15.2312

**b. Elektroda 6 Lempeng dan Arus 10 A pada Konsentrasi 0.05 N**

Tabel 27. Laju Alir Jumlah lempeng 6 dan Arus 10 A pada Konsentrasi 0.05 N

No	Waktu (detik)	Laju Alir, ml/s
1	30	30.8776
2	60	29.1117
3	90	28.4988
4	120	26.5752
5	150	25.2115
6	180	24.5011
7	210	23.0148
8	240	23.0148
9	270	22.6280
10	300	22.2344
11	330	20.5851
12	360	19.7087
13	390	17.8272
14	420	15.7221
15	450	15.1502
16	480	13.2876
17	510	11.1172
18	540	10.2925
19	570	10.2925
20	600	8.4038
21	630	8.4038
22	660	5.9424
23	690	5.9424
24	720	5.9424
25	750	5.9424
Total		430.2284
Rata-rata		17.2091

**b. Elektroda 6 Lempeng dan Arus 10 A pada Konsentrasi 0.075 N**

Tabel 28. Laju Alir Jumlah lempeng 6 dan Arus 10 A pada Konsentrasi 0.075 N

No	Waktu (detik)	Laju Alir, ml/s
1	30	30.2112
2	60	29.0259
3	90	28.4148
4	120	26.4969
5	150	25.1372
6	180	24.4290
7	210	23.3263
8	240	22.1689
9	270	22.1689
10	300	20.5244
11	330	18.7362
12	360	15.6758
13	390	14.5130
14	420	11.8498
15	450	11.0845
16	480	10.2622
17	510	10.2622
18	540	9.3681
19	570	9.3681
20	600	9.3681
21	630	8.3791
22	660	8.3791
23	690	7.2565
24	720	7.2565
25	750	5.9249
26	780	5.9249
27	810	5.6208
28	840	5.6208
Total		426.7541
Rata-rata		16.0752

**b. Elektroda 8 Lempeng dan Arus 10 A pada Konsentrasi 0.025 N**

Tabel 29. Laju Alir Jumlah lempeng 8 dan Arus 10 A pada Konsentrasi 0.025 N

No	Waktu (detik)	Laju Alir, ml/s
1	30	30.7867
2	60	29.0259
3	90	26.4969
4	120	23.6996
5	150	22.1689
6	180	17.7747
7	210	15.6758
8	240	13.2485
9	270	12.5686
10	300	11.8498
11	330	10.2622
12	360	10.2622
13	390	10.2622
14	420	10.2622
Total		244.3443
Rata-rata		13.6662

**b. Elektroda 8 Lempeng dan Arus 10 A pada Konsentrasi 0.05 N**

Tabel 30. Laju Alir Jumlah lempeng 8 dan Arus 10 A pada Konsentrasi 0.05 N

No	Waktu (detik)	Laju Alir, ml/s
1	30	30.2112
2	60	27.7902
3	90	25.1372
4	120	23.6996
5	150	22.1689
6	180	20.5244
7	210	20.5244
8	240	20.5244
9	270	19.1989
10	300	16.2260
11	330	13.2485
12	360	12.5686
13	390	11.8498
14	420	11.8498
15	450	10.2622
16	480	10.2622
17	510	10.2622
18	540	10.2622
19	570	10.2622
Total		316.5708
Rata-rata		14.1739

**b. Elektroda 8 Lempeng dan Arus 10 A pada Konsentrasi 0.075 N**

Tabel 31. Laju Alir Jumlah lempeng 8 dan Arus 10 A pada Konsentrasi 0.075 N

No	Waktu (detik)	Laju Alir, ml/s
1	30	30.2112
2	60	29.0259
3	90	25.1372
4	120	23.3263
5	150	22.1689
6	180	20.5244
7	210	20.5244
8	240	20.5244
9	270	19.6507
10	300	16.7581
11	330	13.2485
12	360	12.5686
13	390	11.8498
14	420	11.8498
15	450	10.2622
16	480	9.3681
17	510	9.3681
18	540	9.3681
Total		315.7348
Rata-Rata		17.8299

**6. Mencari Jumlah Gas yang Dihasilkan dengan menggunakan rumus gas ideal**

**a. Secara Teori**

Perhitungan jumlah gas yang di dapat dengan menggunakan hukum gas ideal

$$P \times V = n \times R \times T \quad (\text{Hougen.1997})$$

sehingga

$$\frac{V}{n} = \frac{RT}{P}$$

Dimana:

P = Tekanan Tabung Penampung Gas (atm)

V = Volume Gas Penampung (liter)

n = mol gas H<sub>2</sub>

R = Konstanta Gas 0,082 L·atm·K<sup>-1</sup>·mol<sup>-1</sup>

T = Suhu (K)

**a. Arus 10 Amper dan Elektroda 4 Lempeng pada Konsentrasi 0.025**

Diketahui :

$$P = 1,52 \text{ atm}$$

$$T = 28^{\circ}\text{C} = 301 \text{ K}$$

$$\text{Laju Alir Rata-Rata} = 17.8299 \text{ ml/s} = 11767.7275 \text{ ml}$$

$$\frac{V}{n} = \frac{RT}{p}$$

$$= \frac{0,082 \text{ L} \cdot \frac{\text{atm}}{\text{K mol}} 301 \text{ K}}{1,52 \text{ atm}}$$

$$= 16.2381 \frac{\text{l}}{\text{mol}} \times 1000 \frac{\text{ml}}{\text{l}}$$

$$= 16238.1578 \text{ ml/mol}$$

$$\begin{aligned} \text{Gas yang dihasilkan} &= \frac{\text{Laju alir rata-rata}}{V/n} \\ &= \frac{11767.7275 \text{ ml}}{16238.1578 \text{ ml/mol}} \\ &= 0.7247 \text{ mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Gas H}_2 \text{ yang Dihasilkan} &= \frac{2}{3} \times \text{mol gas yang dihasilkan} \\ &= \frac{2}{3} \times 0,7247 \text{ mol} \\ &= 0.4831 \text{ mol} \times 2 \text{ gr/mol} \\ &= 0.9662 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Gas O}_2 \text{ yang Dihasilkan} &= \frac{1}{3} \times \text{mol gas yang dihasilkan} \\ &= \frac{1}{3} \times 0,7247 \text{ mol} \\ &= 0.2416 \text{ mol} \times 32 \text{ gr/mol} \\ &= 7.7321 \text{ gr} \end{aligned}$$

	2H <sub>2</sub> O	→	2H <sub>2</sub>	+	O <sub>2</sub>	
M :	-					mol
B :	0.4831		0.4831		0.2416	mol
S :	0.4831		0.4831		0.2416	mol
BM :	18		2		32	g/ mol
m :	8.6958		0.9662		7.7312	g

Untuk hasil masing masing lempeng menggunakan rumus yang sama dan di dapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 32. Gas Campuran dan Gas H<sub>2</sub> dan O<sub>2</sub> yang dihaikan Secara Teoritis

Jumlah Lempeng (buah)	Konsentrasi	Gas Campuran (mol)	Gas H <sub>2</sub> (mol)	Gas O <sub>2</sub> (mol)
4	0.025	0.7247	0.4831	0.2416
	0.05	0.5547	0.3698	0.1849
	0.075	0.8207	0.5472	0.2736
6	0.025	0.9398	0.6265	0.3347
	0.05	1.004	0.6693	0.3347
	0.075	0.7002	0.4668	0.2334
8	0.025	0.358	0.2387	0.1193
	0.05	0.6293	0.4197	0.2098
	0.025	0.6025	0.4017	0.2008

## b. Secara Praktek

### a. Arus 10 Amper dan Elektroda 6 Lempeng

Diketahui :

$$P = 1,52 \text{ atm}$$

$$V = 3,9 \text{ Liter}$$

$$T = 28^{\circ}\text{C} = 301 \text{ K}$$

$$n = \frac{PV}{RT}$$

$$n = \frac{1,52 \text{ atm} \cdot 3,9 \text{ L}}{0,082 \text{ L} \cdot \frac{\text{atm}}{\text{K mol}} \cdot 301 \text{ K}}$$

$$n = 0,2433 \text{ mol}$$

Gas H<sub>2</sub> yang Dihasilkan =  $\frac{2}{3}$  x mol gas yang dihasilkan

$$= \frac{2}{3} \times 0,2433 \text{ mol}$$

$$= 0,1622 \text{ mol} \times 2 \text{ gr/mol}$$

$$= 0.3244 \text{ gr}$$

Gas O<sub>2</sub> yang Dihasilkan =  $\frac{1}{3}$  x mol gas yang dihasilkan

$$= \frac{1}{3} \times 0,2433 \text{ mol}$$

$$= 0,0811 \text{ mol} \times 32 \text{ gr/mol}$$

$$= 2.5952 \text{ gr}$$



	$2\text{H}_2\text{O}$	$\longrightarrow$	$2\text{H}_2$	+	$\text{O}_2$	
M :	-					mol
B :	0.1622		0.1622		0.0811	mol
S :	0.1622		0.1622		0.0811	mol
BM :	18		2		32	g/ mol
m :	2.9196		0.3244		2.25952	g

Untuk hasil masing masing lempeng menggunakan rumus yang sama dan di dapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 33. Gas Campuran dan Gas  $\text{H}_2$  serta  $\text{O}_2$  yang dihaikan Secara Praktek

Jumlah Lempeng (buah)	Konsentasi	Gas Campuran (mol)	Gas $\text{H}_2$ (mol)	Gas $\text{O}_2$ (mol)
	0.025	0.2433	0.1622	0.0811
4	0.05	0.2577	0.1718	0.0859
	0.075	0.2929	0.1952	0.0975
	0.025	0.2961	0.1974	0.0987
6	0.05	0.3073	0.2048	0.1024
	0.075	0.3361	0.2241	0.1120
	0.025	0.2449	0.1632	0.0816
8	0.05	0.2481	0.1654	0.0827
	0.025	0.2513	0.1675	0.0838

## 7. Menghitung Oksigen yang Terserap Pada Bubbler

### 1. Arus 10 Amper dan Elektroda 4 Lempeng pada Konsentrasi 0.025N

Volume Bubbler = 0,98 liter

Densisty  $\text{O}_2$  = 0,0014 gr/ml

Pada 1.52 atm 301 K, kelarutan  $\text{O}_2$  di dalam air = 9.2042 ml/lt

(sumber: <http://www.colby.edu/chemistry/CH331/O2%20Solubility.html>)

Kandungan  $\text{O}_2$  di dalam air = 6,04 ml/lt

(sumber:<http://en.wikipedia.org/wiki/Oxygen>)

Kemampuan penyerapan  $\text{O}_2$  = kelarutan  $\text{O}_2$  di dalam air - Kandungan  $\text{O}_2$  di dalam air

$$= 9.2042 \text{ ml/lt} - 6,04 \text{ ml/lt}$$

$$= 3,1642 \text{ ml/lt}$$

$\text{O}_2$  terserap = Kemampuan penyerapan  $\text{O}_2$  x Volume Bubbler

$$= 3,46703 \text{ ml} \times 0,98 \text{ liter} \times 1000 \frac{\text{ml}}{\text{litter}}$$

$$= 3,1009 \text{ ml}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Massa O}_2 \text{ terserap} &= \text{O}_2 \text{ terserap} \times \text{Densisty O}_2 \\
 &= 3,3976894 \text{ ml} \times 0,0014 \text{ gr/ml} \\
 &= 0,0042 \text{ gr} / 32 \text{ gr/mol} \\
 &= 0,0001 \text{ mol} \times 32 \text{ gr/mol} \\
 &= 0.0032 \text{ gr}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Mol O}_2 \text{ yang terbentuk} &= \text{Mol O}_2 \text{ produk} + \text{mol O}_2 \text{ yang terserap} \\
 &= 0,0856 \text{ mol} + 0,0001 \text{ mol} \\
 &= 0,0811 \text{ mol} \times 32 \text{ gr/mol} \\
 &= 2.5952 \text{ gr}
 \end{aligned}$$

Tabel 34. Jumlah Oksigen yang terserap pada *Bubbler*

Jumlah Lempeng Elektroda (Buah)	Konsntrasi	KeLarutan Dalam Air (ml/lt)	Kemampuan Penyerapan O <sub>2</sub> dalam air (ml/lt)	O <sub>2</sub> Terserap (ml)	Massa O <sub>2</sub> Terserap (gr)
4	0.025	9.2042	3.1642	3.1009	0.0042
	0.05	9.7492	3.7092	3.6350	0.0049
	0.075	11.0844	5.0444	4.9435	0.0067
6	0.025	11.2025	5.1625	5.0592	0.0069
	0.05	11.6264	5.5864	5.4746	0.0074
	0.075	12.7164	6.6764	6.5428	0.0089
8	0.025	9.2648	3.2248	3.1603	0.0043
	0.05	9.3859	3.3459	3.2789	0.0044
	0.075	9.5070	3.4670	3.3976	0.0046

## 2. Menghitung H<sub>2</sub>O yang Terserap Pada Absorber

$$\begin{aligned}
 \text{H}_2\text{O Terelektrolisis} &= \text{Berat Raktor Sebelum} - \text{Berat Reaktor Sesudah} \\
 &= 1475 \text{ gr} - 1458 \text{ gr} \\
 &= 17 \text{ gr}
 \end{aligned}$$

$$\text{Produk keluaran reaktor} = (m \text{ H}_2\text{O} + m \text{ H}_2 + m \text{ O}_2)$$

$$17 \text{ gr} = (m \text{ H}_2\text{O} + 0,3244 \text{ gr} + 2,5952 \text{ gr})$$

$$\text{H}_2\text{O} = 14,0804 \text{ gr}$$

$$m \text{ H}_2\text{O} = (17 - 14,0804) \text{ gr}$$

$$= 2.9196 \text{ gr} / 18 \text{ gr/mol}$$

$$= 0,1622 \text{ mol}$$

Untuk hasil masing masing lempeng menggunakan rumus yang sama dan di dapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 34. Perhitungan H<sub>2</sub>O yang Terserap Absorber

Jumlah Lempeng Elektroda (Buah))	Konsentrasi	Berat Reaktor Sebelum (gr)	Berat Reaktor Sesudah (gr)	Produk Hasil Elektrolisis (gr)	Massa H <sub>2</sub> O yang Terserap (gr)	Berat Absorber Sebelum (gr)	Berat Absorber Setelah)
4	0.025		1458	17	14.0767		514.0767
	0.05	1475	1456	19	15.9031	500	515.9031
	0.075		1455	20	16.4789		516.4789
6	0.025		1455	20	16.3053		516.3053
	0.05	1475	1452	23	19.3053	500	519.3053
	0.075		1450	25	20.9582		520.9582
8	0.025		1459	16	13.0574		513.0574
	0.05	1475	1458	17	14.0189	500	514.0189
	0.075		1456	19	15.9803		515.9803

## 8. Neracama Massa Komponen Elektroisis

### 8.1 Untuk arus 10 Amper dan 4 Lempeng Elektroda pada Konsentrasi 0.025N

#### a. Neraca Massa pada Reaktor Elektrolisis

Tabel 35. Neraca Massa pada Reaktor untuk Arus 10 A dan 4 Lempeng Elektroda pada Konsentrasi 0.025N

Komponen	Input (gr)	Output (gr)
H <sub>2</sub> O + Reaktor Elektrolisis	1475	1458
H <sub>2</sub> O		14.0804
O <sub>2</sub>		2.5952
H <sub>2</sub>		0.3244
Total	1475	1475

**b. Neraca Massa pada *Bubbler* Elektrolisis**

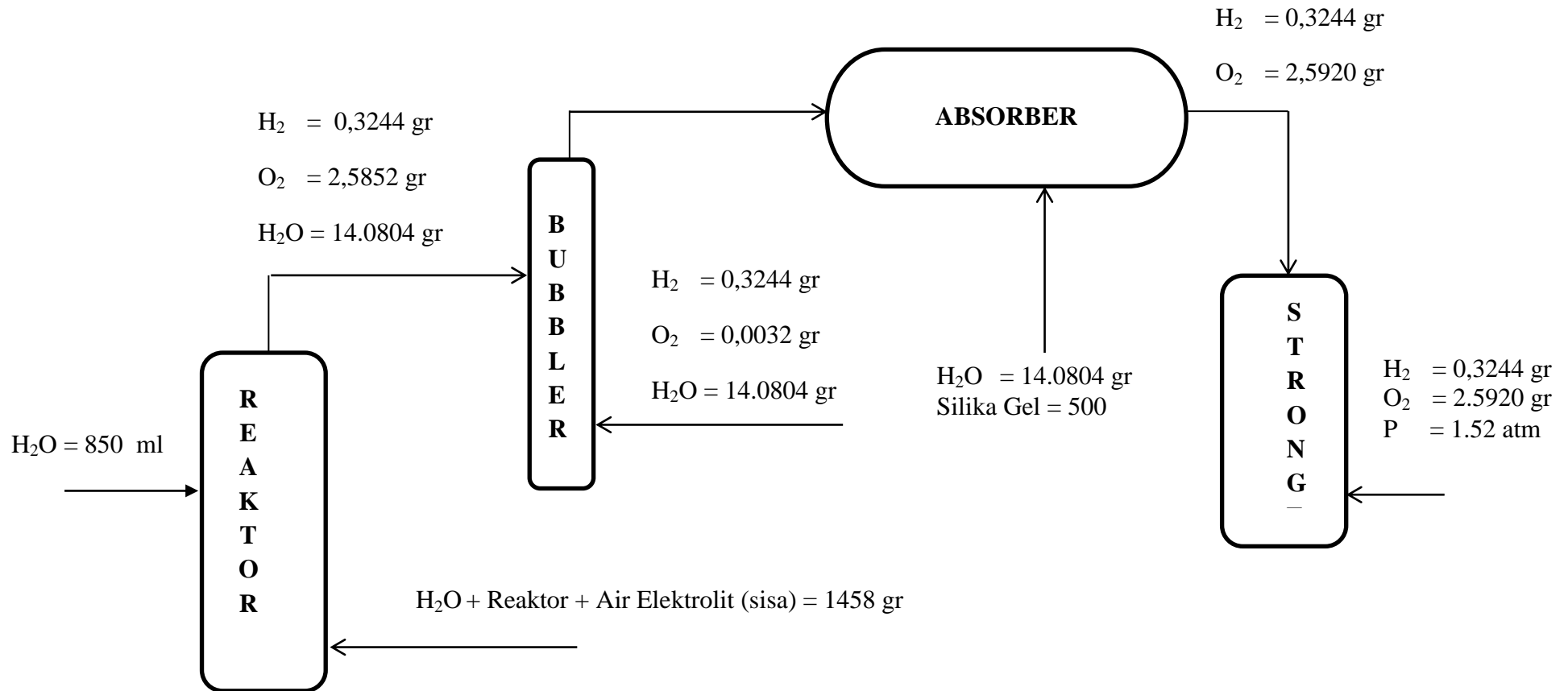
Tabel 36. Neraca Massa pada *Bubbler* untuk Arus 10 A dan 4 Lempeng Elektroda pada Konsentrasi 0.025N

Komponen	Input (gr)	Output (gr)	Keterangan
H <sub>2</sub> O	14.0804	14.0804	
O <sub>2</sub>	2.5952	0.0032	Pada Absorber to <i>Bubbler</i>
		2.593	
H <sub>2</sub>	0.3244	0.3244	
Total	17	17	

**c. Neraca Massa pada Absorber Elektrolisis**

Tabel 37. Neraca Massa pada Absorber untuk Arus 10 A dan 4 Lempeng Elektroda pada Konsentrasi 0.025N

Komponen	Input (gr)	Output (gr)	Keterangan
H <sub>2</sub> O	14.0804	-	
O <sub>2</sub>	2.592	2.592	Pada Absorber to <i>Bubbler</i>
H <sub>2</sub>	0.3244	0.3244	
<i>Silica Gel</i>	500	514.0804	to Storage pada Absorber
Total	517	517	



Gambar 10. Diagram Neraca Massa pada *Hydrogen Fuel Generator* dengan Arus 10 A dan Elektroda 4 Lempeng pada Konsentrasi 0.025 N

## 8.2 Untuk arus 10 Amper dan 4 Lempeng Elektroda pada Konsentrasi 0.05N

### a. Neraca Massa pada Reaktor Elektrolisis

Tabel 38. Neraca Massa pada Reaktor untuk Arus 10 A dan 4 Lempeng Elektroda pada Konsentrasi 0.05N

Komponen	Input (gr)	Output (gr)
H <sub>2</sub> O + Reaktor Elektrolisis	1475	1456
H <sub>2</sub> O	-	15.9031
O <sub>2</sub>	-	2.7533
H <sub>2</sub>	-	0.3435
Total	1475	1475

### b. Neraca Massa pada *Bubbler* Elektrolisis

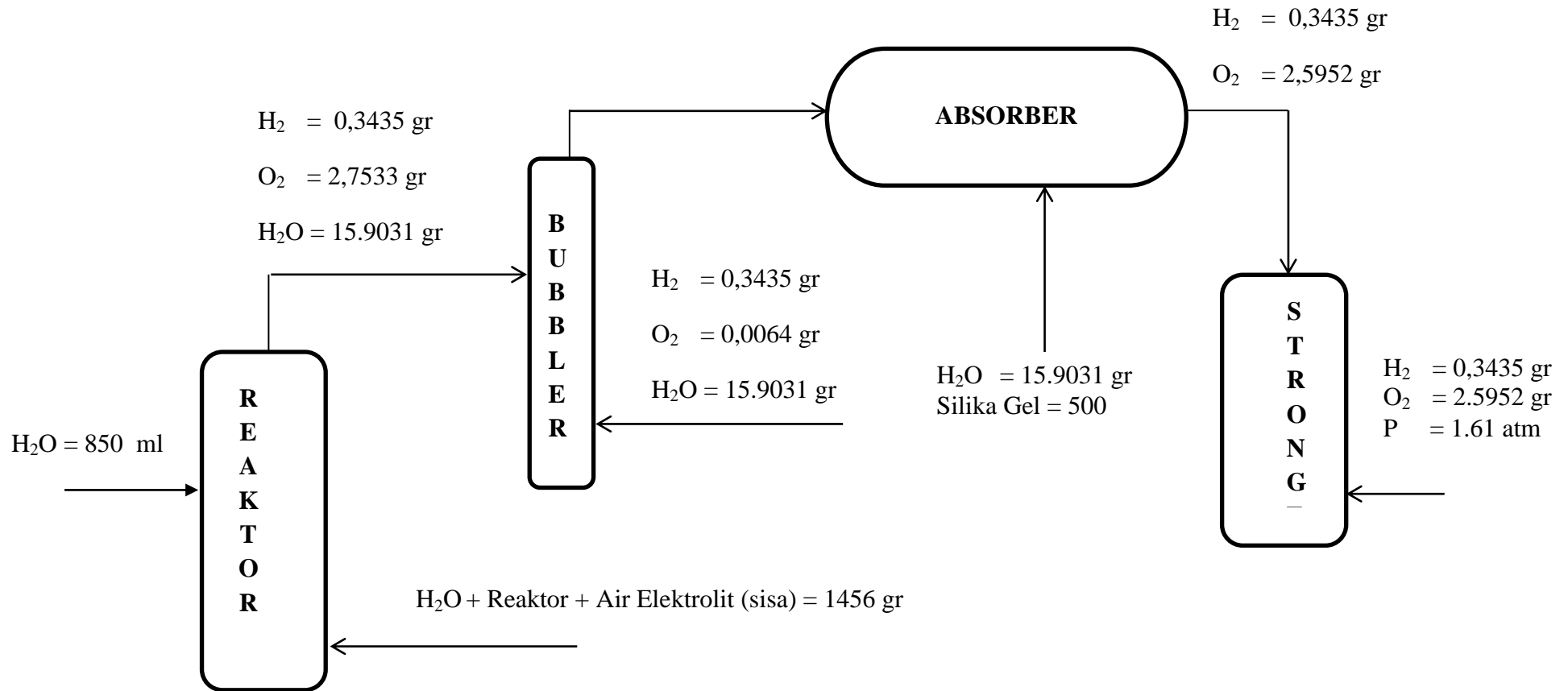
Tabel 39. Neraca Massa pada *Bubbler* untuk Arus 10 A dan 4 Lempeng Elektroda pada Konsentrasi 0.05N

Komponen	Input (gr)	Output (gr)	Keterangan
H <sub>2</sub> O	15.9031	15.9031	
O <sub>2</sub>	2.7533	0.0064	Pada Absorber to <i>Bubbler</i>
		2.7469	
H <sub>2</sub>	0.3435	0.3435	
Total	19	19	

### c. Neraca Massa pada Absorber Elektrolisis

Tabel 40. Neraca Massa pada Absorber untuk Arus 10 A dan 4 Lempeng Elektroda pada Konsentrasi 0.05N

Komponen	Input (gr)	Output (gr)	Keterangan
H <sub>2</sub> O	15.9031		
O <sub>2</sub>	2.7533	2.7533	Pada Absorber to <i>Bubbler</i>
H <sub>2</sub>	0.3455	0.3455	to Storage
<i>Silica Gel</i>	500	515.9031	pada Absorber
Total	519	519	



Gambar 11. Diagram Neraca Massa pada *Hydrogen Fuel Generator* dengan Arus 10 A dan Elektroda 4 Lempeng pada Konsentrasi 0.05 N

### 8.3 Untuk arus 10 Amper dan 4 Lempeng Elektroda pada Konsentrasi 0.075N

#### a. Neraca Massa pada Reaktor Elektrolisis

Tabel 41. Neraca Massa pada Reaktor untuk Arus 10 A dan 4 Lempeng Elektroda pada Konsentrasi 0.075N

Komponen	Input (gr)	Output (gr)
H <sub>2</sub> O + Reaktor Elektrolisis	1475	1455
H <sub>2</sub> O	-	16.4796
O <sub>2</sub>	-	3.1306
H <sub>2</sub>	-	0.3905
Total	1475	1475

#### b. Neraca Massa pada *Bubbler* Elektrolisis

Tabel 42. Neraca Massa pada *Bubbler* untuk Arus 10 A dan 4 Lempeng Elektroda pada Konsentrasi 0.075N

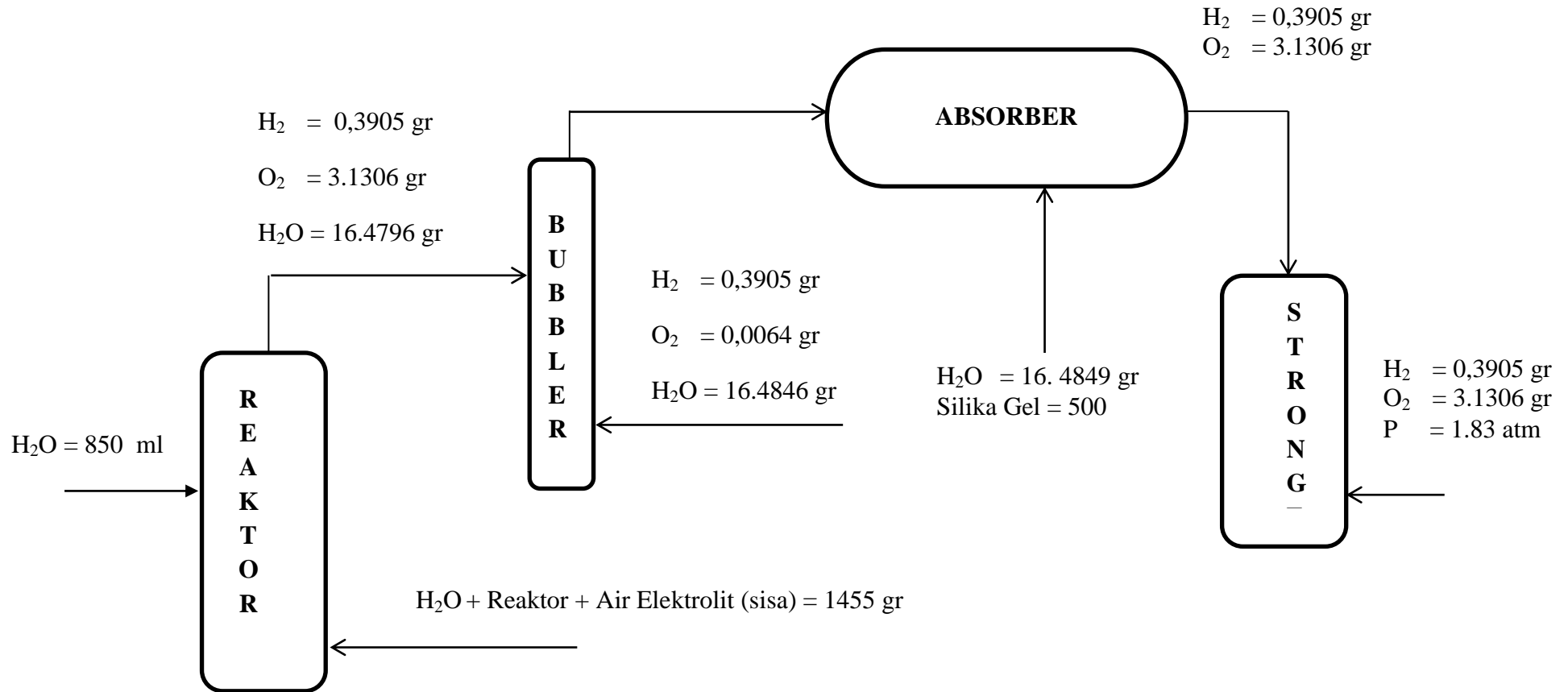
Komponen	Input (gr)	Output (gr)	Keterangan
H <sub>2</sub> O	16.4796	16.4796	Pada Absorber to <i>Bubbler</i>
O <sub>2</sub>	3.1306	0.0064	
	3.1306	3.1242	
H <sub>2</sub>	0.3905	0.3905	
Total	20	20	

#### c. Neraca Massa pada Absorber Elektrolisis

Tabel 43. Neraca Massa pada Absorber untuk Arus 10 A dan 4 Lempeng Elektroda pada Konsentrasi 0.075N

Komponen	Input (gr)	Output (gr)	Keterangan
H <sub>2</sub> O	16.4795	-	Pada Absorber to <i>Bubbler</i> to Storage pada Absorber
O <sub>2</sub>	3.1306	3.1306	
H <sub>2</sub>	0.3905	0.3905	
<i>Silica Gel</i>	500	516.4795	
Total	518	518	





Gambar 12. Diagram Neraca Massa pada *Hydrogen Fuel Generator* dengan Arus 10 A dan Elektroda 4 Lempeng pada Konsentrasi 0.075 N

#### 8.4 Untuk arus 10 Amper dan 6 Lempeng Elektroda pada Konsentrasi 0.025N

##### a. Neraca Massa pada Reaktor Elektrolisis

Tabel 44. Neraca Massa pada Reaktor untuk Arus 10 A dan 6 Lempeng Elektroda pada Konsentrasi 0.025N

Komponen	Input (gr)	Output (gr)
H <sub>2</sub> O + Reaktor Elektrolisis	1475	1455
H <sub>2</sub> O	-	16.4403
O <sub>2</sub>	-	3.1649
H <sub>2</sub>	-	0.3948
Total	1475	1475

##### b. Neraca Massa pada *Bubbler* Elektrolisis

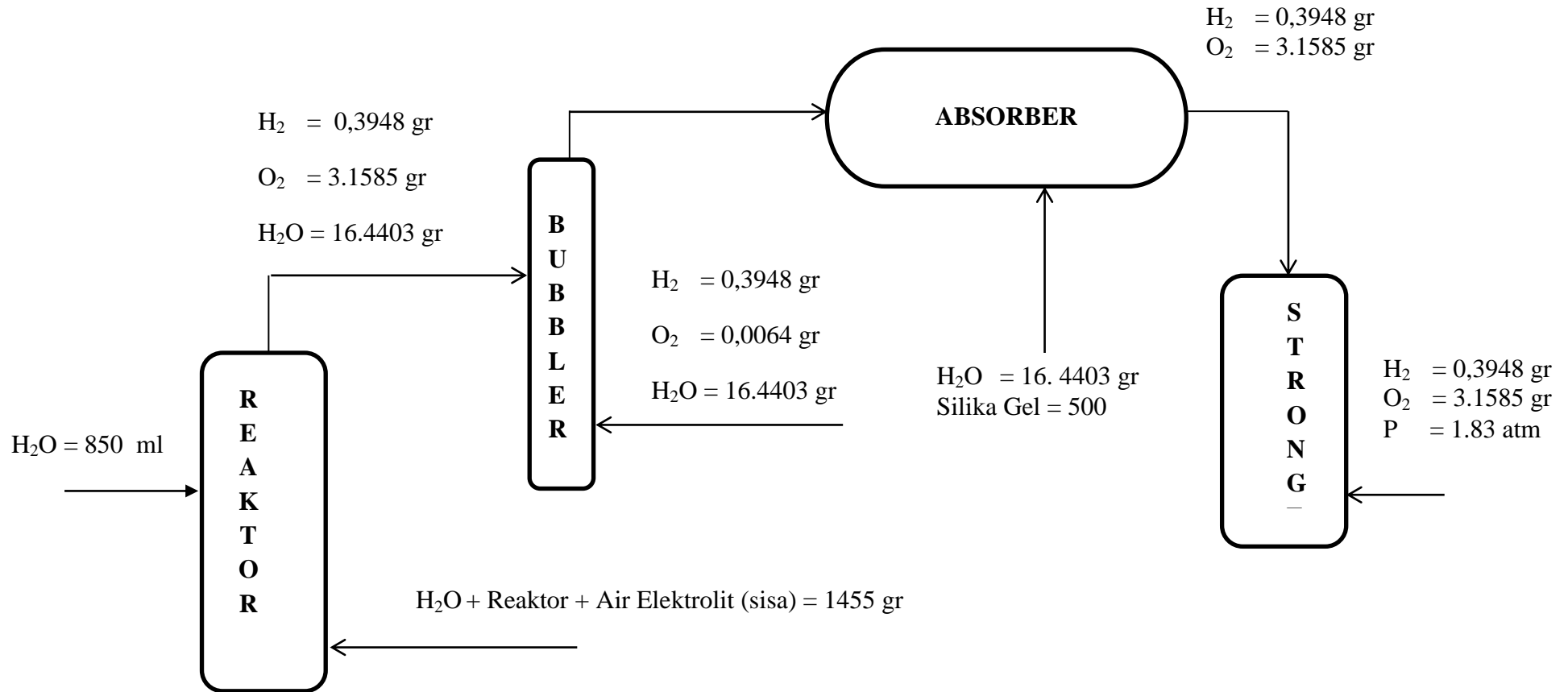
Tabel 45. Neraca Massa pada *Bubbler* untuk Arus 10 A dan 6 Lempeng Elektroda pada Konsentrasi 0.025N

Komponen	Input (gr)	Output (gr)	Keterangan
H <sub>2</sub> O	16.4403	16.4403	
O <sub>2</sub>		0.0064	Pada Absorber to <i>Bubbler</i>
	3.1649	0.3448	
H <sub>2</sub>	0.3948	0.3948	
Total	20	20	

##### c. Neraca Massa pada Absorber Elektrolisis

Tabel 46. Neraca Massa pada Absorber untuk Arus 10 A dan 6 Lempeng Elektroda pada Konsentrasi 0.025N

Komponen	Input (gr)	Output (gr)	Keterangan
H <sub>2</sub> O	16.4403	-	
O <sub>2</sub>	3.1649	3.1649	Pada Absorber to <i>Bubbler</i>
H <sub>2</sub>	0.3948	0.3948	
<i>Silica Gel</i>	500	516.4403	to Storage pada Absorber
Total	520	520	



Gambar 13. Diagram Neraca Massa pada *Hydrogen Fuel Generator* dengan Arus 10 A dan Elektroda 6 Lempeng pada Konsentrasi 0.025 N

## 8.5 Untuk arus 10 Amper dan 6 Lempeng Elektroda pada Konsentrasi 0.05N

### a. Neraca Massa pada Reaktor Elektrolisis

Tabel 47. Neraca Massa pada Reaktor untuk Arus 10 A dan 6 Lempeng Elektroda pada Konsentrasi 0.05N

Komponen	Input (gr)	Output (gr)
H <sub>2</sub> O + Reaktor Elektrolisis	1475	1452
H <sub>2</sub> O	-	19.3053
O <sub>2</sub>	-	3.2850
H <sub>2</sub>	-	0.4097
Total	1475	1475

### b. Neraca Massa pada *Bubbler* Elektrolisis

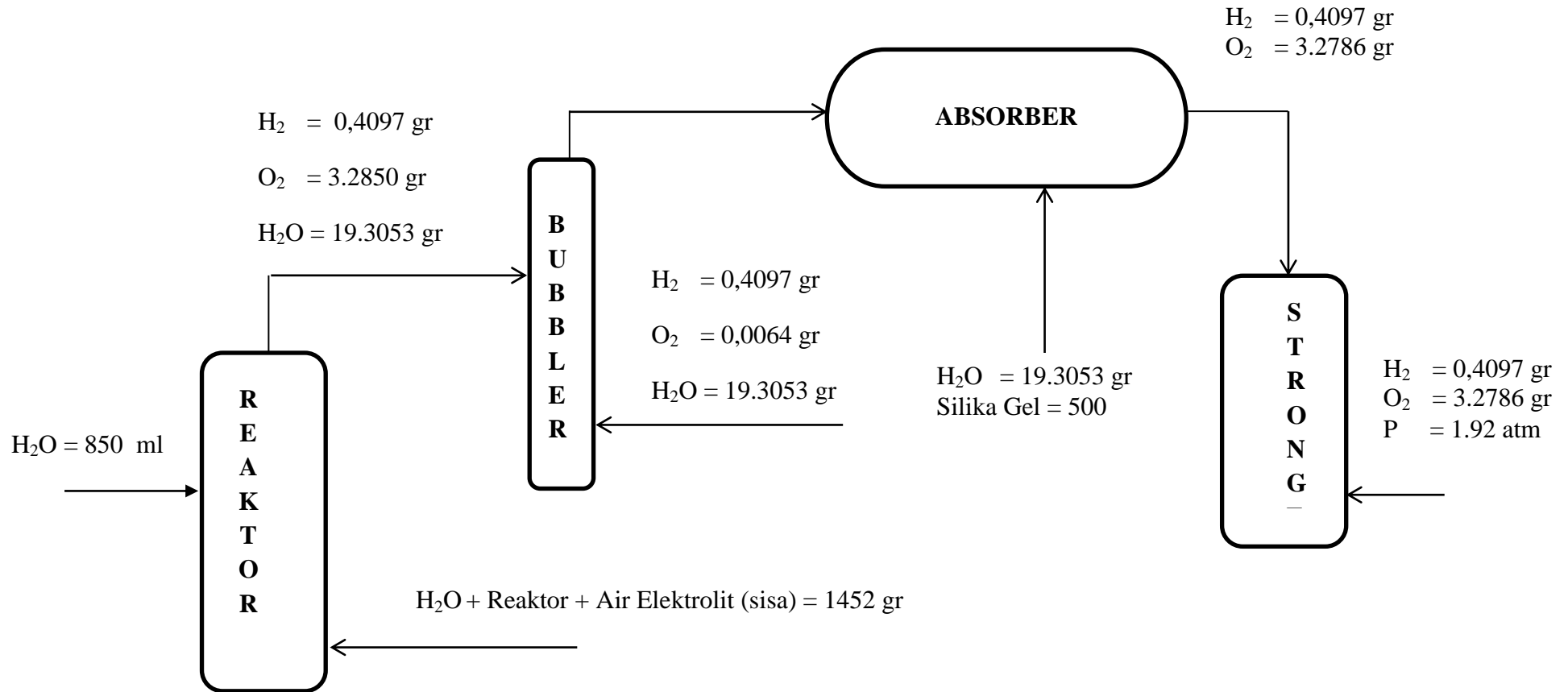
Tabel 47. Neraca Massa pada *Bubbler* untuk Arus 10 A dan 6 Lempeng Elektroda pada Konsentrasi 0.05N

Komponen	Input (gr)	Output (gr)	Keterangan
H <sub>2</sub> O	19.3053	19.3053	
O <sub>2</sub>	3.2850	0.0064 3.2786	Pada Absorber to <i>Bubbler</i>
H <sub>2</sub>	0.4097	0.4097	
Total	23	23	

### c. Neraca Massa pada Absorber Elektrolisis

Tabel 48. Neraca Massa pada Absorber untuk Arus 10 A dan 6 Lempeng Elektroda pada Konsentrasi 0.05N

Komponen	Input (gr)	Output (gr)	Keterangan
H <sub>2</sub> O	20.9582		
O <sub>2</sub>	3.5937	3.5937	Pada Absorber to <i>Bubbler</i>
H <sub>2</sub>	0.4481	0.4481	to Storage
<i>Silica Gel</i>	500	520.9582	pada Absorber
Total	525	525	



Gambar 14. Diagram Neraca Massa pada *Hydrogen Fuel Generator* dengan Arus 10 A dan Elektroda 6 Lempeng pada Konsentrasi 0.05 N

## 8.6 Untuk arus 10 Amper dan 6 Lempeng Elektroda pada Konsentrasi 0.075N

### a. Neraca Massa pada Reaktor Elektrolisis

Tabel 49. Neraca Massa pada Reaktor untuk Arus 10 A dan 6 Lempeng Elektroda pada Konsentrasi 0.075N

Komponen	Input (gr)	Output (gr)
H <sub>2</sub> O + Reaktor Elektrolisis	1475	1456
H <sub>2</sub> O	-	20.9582
O <sub>2</sub>	-	3.5937
H <sub>2</sub>	-	0.4481
Total	1475	1475

### b. Neraca Massa pada *Bubbler* Elektrolisis

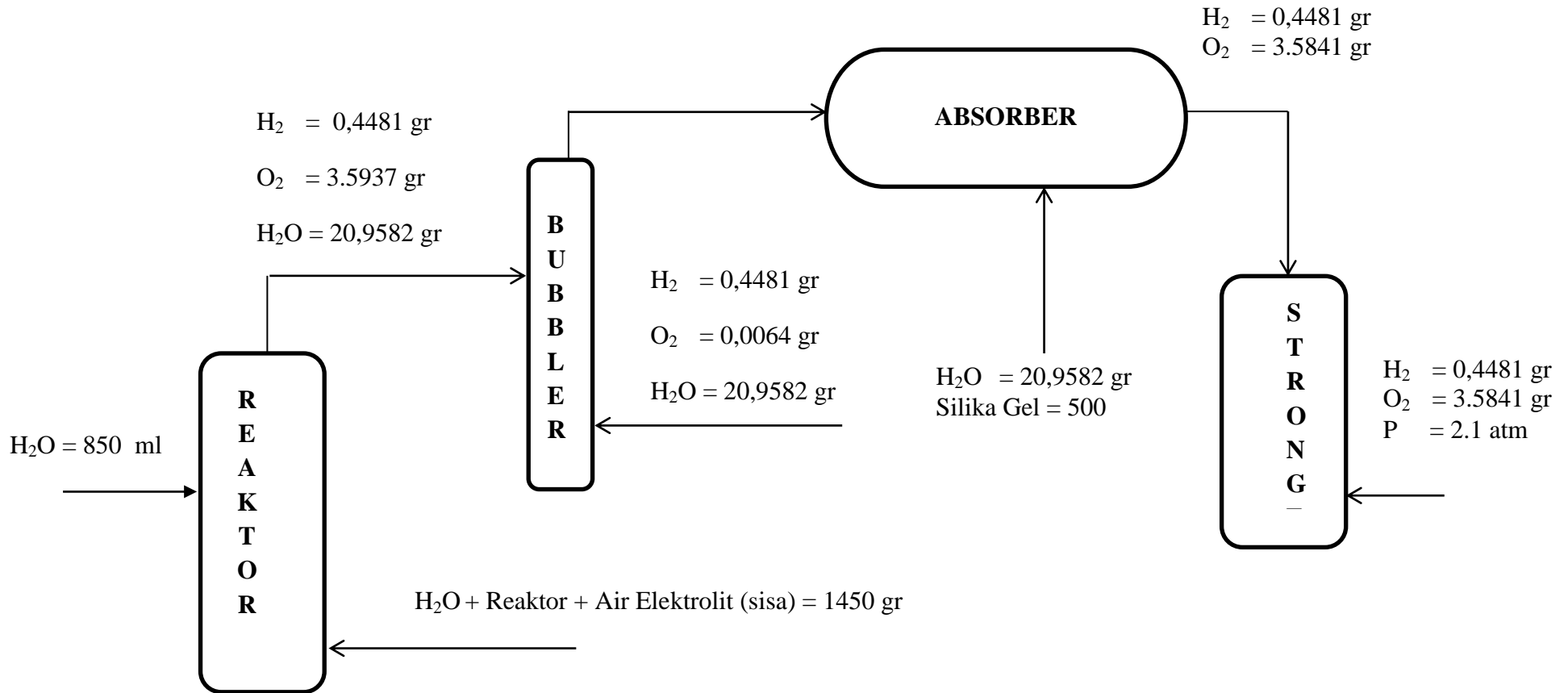
Tabel 50. Neraca Massa pada *Bubbler* untuk Arus 10 A dan 6 Lempeng Elektroda pada Konsentrasi 0.075N

Komponen	Input (gr)	Output (gr)	Keterangan
H <sub>2</sub> O	20.9582	20.9582	
O <sub>2</sub>	3.5937	0.0096	Pada Absorber to <i>Bubbler</i>
		3.5841	
H <sub>2</sub>	0.4481	0.4481	
Total	25	25	

### c. Neraca Massa pada Absorber Elektrolisis

Tabel 51. Neraca Massa pada Absorber untuk Arus 10 A dan 6 Lempeng Elektroda pada Konsentrasi 0.075N

Komponen	Input (gr)	Output (gr)	Keterangan
H <sub>2</sub> O	20.9582		
O <sub>2</sub>	3.5937	3.5937	Pada Absorber to <i>Bubbler</i>
H <sub>2</sub>	0.4481	0.4481	to Storage
<i>Silica Gel</i>	500	520.9582	pada Absorber
Total	525	525	



Gambar 15. Diagram Neraca Massa pada *Hydrogen Fuel Generator* dengan Arus 10 A dan Elektroda 6 Lempeng pada Konsentrasi 0.075 N

## 8.7 Untuk Arus 10 A dan 8 Lempeng Elektroda pada Konsentrasi 0.025N

### a. Neraca Massa pada Reaktor Elektrolisis

Tabel 52. Neraca Massa pada Reaktor untuk Arus 10 A dan 8 Lempeng Elektroda pada Konsentrasi 0.025N

Komponen	Input (gr)	Output (gr)
H <sub>2</sub> O + Reaktor Elektrolisis	1475	1459
H <sub>2</sub> O	-	13.0574
O <sub>2</sub>	-	2.6161
H <sub>2</sub>	-	0.3265
Total	1475	1475

### b. Neraca Massa pada *Bubbler* Elektrolisis

Tabel 53. Neraca Massa pada *Bubbler* untuk Arus 10 A dan 8 Lempeng Elektroda pada Konsentrasi 0.025N

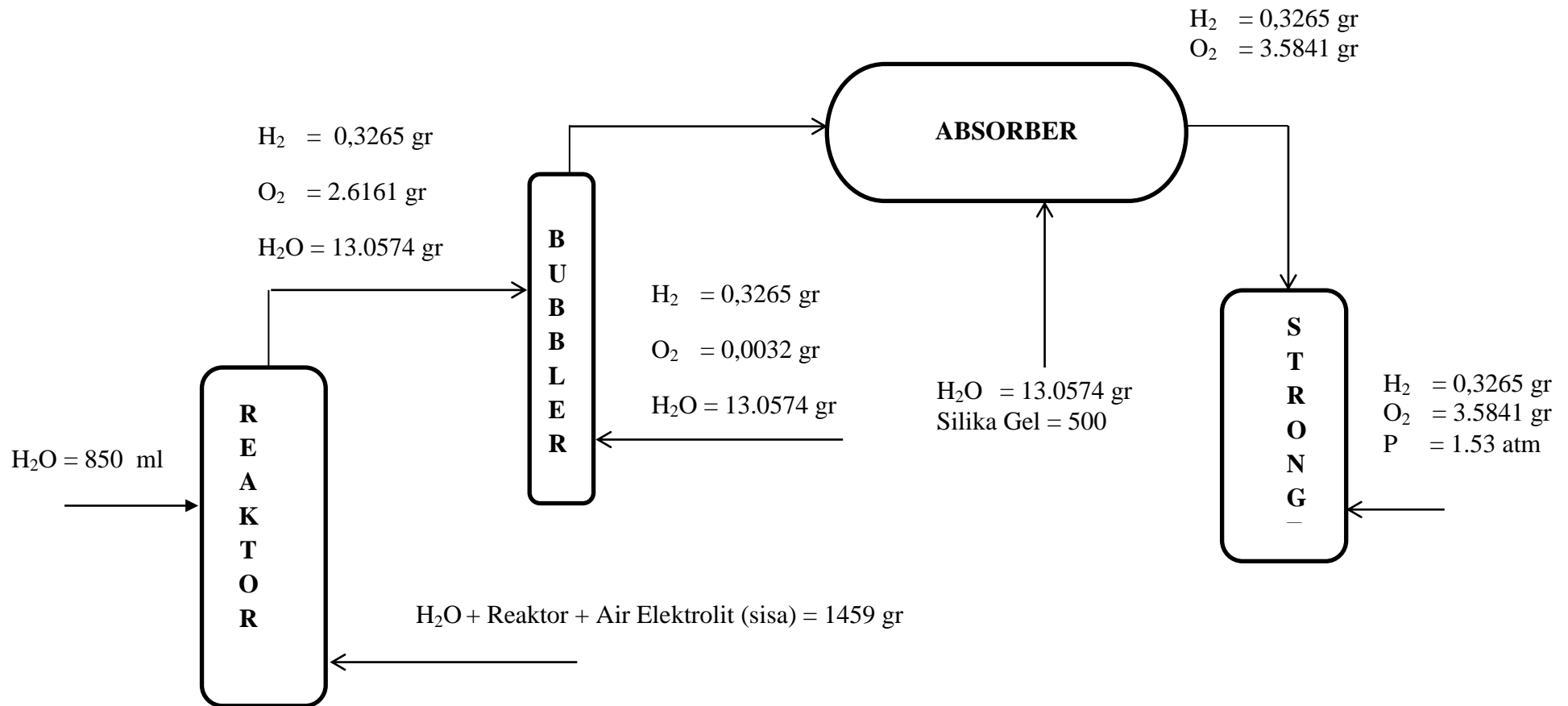
Komponen	Input (gr)	Output (gr)	Keterangan
H <sub>2</sub> O	13.0574	13.0574	
O <sub>2</sub>	2.6161	0.0032	Pada Absorber to <i>Bubbler</i>
		2.6129	
H <sub>2</sub>	0.3265	0.3265	
Total	16	16	

### c. Neraca Massa pada Absorber Elektrolisis

Tabel 54. Neraca Massa pada Absorber untuk Arus 10 A dan 8 Lempeng Elektroda pada Konsentrasi 0.025N

Komponen	Input (gr)	Output (gr)	Keterangan
H <sub>2</sub> O	13.0574		
O <sub>2</sub>	2.6161	2.6161	Pada Absorber to <i>Bubbler</i>
H <sub>2</sub>	0.3265	0.3265	to Storage
<i>Silica Gel</i>	500	513.0574	pada Absorber
Total	516	516	





Gambar 16. Diagram Neraca Massa pada *Hydrogen Fuel Generator* dengan Arus 10 A dan Elektroda 8 Lempeng pada Konsentrasi 0.025 N

## 8.8 Untuk Arus 10 A dan 8 Lempeng Elektroda pada Konsentrasi 0.05N

### a. Neraca Massa pada Reaktor Elektrolisis

Tabel 55. Neraca Massa pada Reaktor untuk Arus 10 A dan 8 Lempeng Elektroda pada Konsentrasi 0.05N

Komponen	Input (gr)	Output (gr)
H <sub>2</sub> O + Reaktor Elektrolisis	1475	1458
H <sub>2</sub> O	-	14.0189
O <sub>2</sub>	-	2.6504
H <sub>2</sub>	-	0.3307
Total	1475	1475

### b. Neraca Massa pada *Bubbler* Elektrolisis

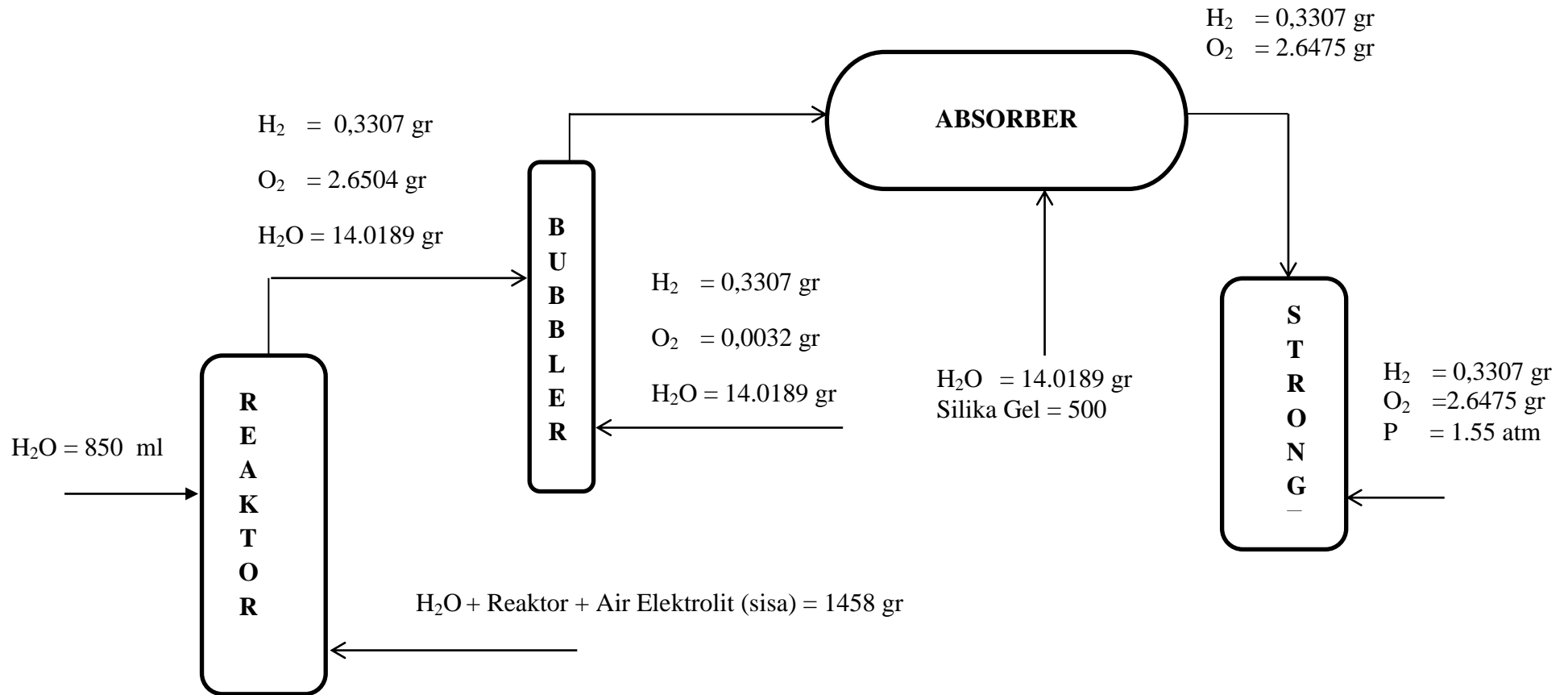
Tabel 56. Neraca Massa pada *Bubbler* untuk Arus 10 A dan 8 Lempeng Elektroda pada Konsentrasi 0.05N

Komponen	Input (gr)	Output (gr)	Keterangan
H <sub>2</sub> O	14.0189	14.0189	
O <sub>2</sub>	2.6504	0.0032	Pada Absorber to <i>Bubbler</i>
		2.6472	
H <sub>2</sub>	0.3307	0.3307	
Total	17	17	

### c. Neraca Massa pada Absorber Elektrolisis

Tabel 57. Neraca Massa pada Absorber untuk Arus 10 A dan 8 Lempeng Elektroda pada Konsentrasi 0.05N

Komponen	Input (gr)	Output (gr)	Keterangan
H <sub>2</sub> O	14.0185		
O <sub>2</sub>	2.6504	2.6504	Pada Absorber to <i>Bubbler</i>
H <sub>2</sub>	0.3307	0.3307	to Storage
<i>Silica Gel</i>	500	514.0185	pada Absorber
Total	517	517	



Gambar 17. Diagram Neraca Massa pada *Hydrogen Fuel Generator* dengan Arus 10 A dan Elektroda 8 Lempeng pada Konsentrasi 0.05 N

### 8.9 Untuk arus 10 Amper dan 8 Lempeng Elektroda pada Konsentrasi 0.075N

#### a. Neraca Massa pada Reaktor Elektrolisis

Table 58. Neraca Massa pada Reaktor untuk Arus 10 A dan 4 Lempeng Elektroda pada Konsentrasi 0.075N

Komponen	Input (gr)	Output (gr)
H <sub>2</sub> O + Reaktor Elektrolisis	1475	1456
H <sub>2</sub> O	-	15.9803
O <sub>2</sub>	-	2.6847
H <sub>2</sub>	-	0.3350
Total	1475	1475

#### b. Neraca Massa pada *Bubbler* Elektrolisis

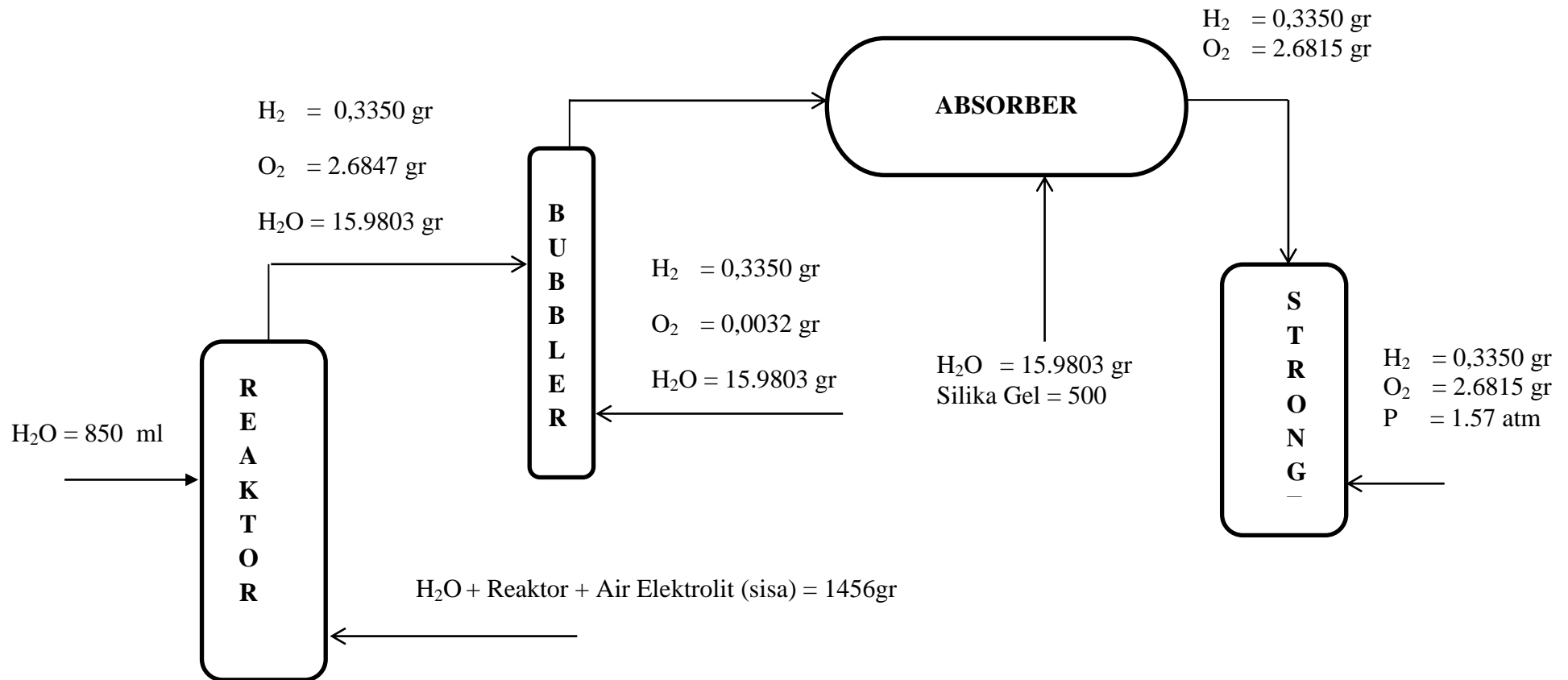
Tabel 59. Neraca Massa pada *Bubbler* untuk Arus 10 A dan 8 Lempeng Elektroda pada Konsentrasi 0.075N

Komponen	Input (gr)	Output (gr)	Keterangan
H <sub>2</sub> O	15.9803	15.9803	
O <sub>2</sub>		0.0032	Pada Absorber to <i>Bubbler</i>
	2.6847	2.6815	
H <sub>2</sub>	0.3350	0.3350	
Total	19	19	

#### c. Neraca Massa pada Absorber Elektrolisis

Tabel 60. Neraca Massa pada Absorber untuk Arus 10 A dan 8 Lempeng Elektroda pada Konsentrasi 0.075N

Komponen	Input (gr)	Output (gr)	Keterangan
H <sub>2</sub> O	15.9803		
O <sub>2</sub>	2.6847	2.6847	Pada Absorber to <i>Bubbler</i>
H <sub>2</sub>	0.3350	0.3350	to Storage
<i>Silica Gel</i>	500	515.9803	pada Absorber
Total	519	519	



Gambar 18. Diagram Neraca Massa pada *Hydrogen Fuel Generator* dengan Arus 10 A dan Elektroda 8 Lempeng pada Konsentrasi 0.075 N

## 9. Menghitung Energi yang digunakan pada proses elektrolisis

### a. Elektroda 4 Lempeng dengan Arus 10 A pada Konsentrasi 0.025N

$$E = E^0 - \frac{RT}{nF} \ln \frac{[Red]}{[Oks]}$$

$$\ln \frac{[Red]}{[Oks]} = \ln K$$

Sehingga:

$$E = E^0 - \frac{RT}{nF} \ln K$$

$$\ln K = \frac{nFE^0}{RT}$$

([http://en.wikipedia.org/wiki/Nernst\\_equation,2014](http://en.wikipedia.org/wiki/Nernst_equation,2014))

E = Potensial Sel

$E^0$  = Potensial Reduksi

R = Konstanta Gas 0,082 L·atm·K<sup>-1</sup>·mol<sup>-1</sup>

T = Suhu (K)

F = Konstanta Faraday (96500)

n = Jumlah Mol gas yang dihasilkan

K = Kestimbangan

Anode (oxidation) :  $2 \text{H}_2\text{O}(l) \rightarrow \text{O}_2(g) + 4 \text{H}^+(aq) + 4e^-$   $E^{\circ}_{ox} = -1.23 \text{ V}$

Cathode (reduction) :  $2 \text{H}^+(aq) + 2e^- \rightarrow \text{H}_2(g)$   $(\times 2 e^-) E^{\circ}_{red} = 0 \text{ V}$

Total Reaksi :  $2 \text{H}_2\text{O}(l) \rightarrow 2\text{H}_2(g) + \text{O}_2(g)$   $E^{\circ}_{total} = 1.23 \text{ V}$



$$K = \frac{[\text{H}_2]^2 \cdot [\text{O}_2]}{[\text{H}_2\text{O}]^2}$$

Diketahui:

$[\text{H}_2] = 0.1622 \text{ mol}$

$[\text{O}_2] = 0.0812 \text{ mol}$

$[\text{H}_2\text{O}] = 0.7820 \text{ mol}$

$$= \frac{[0.1622]^2 \cdot [0.0812]}{[0.782]^2}$$

$$= 0,00349 \text{ mol}$$

$$\ln K = 5.6571227$$

$$\frac{RT}{nF} \ln K = -0.0059458$$

Jadi :

$$\begin{aligned} E &= E^0 - \frac{RT}{nF} \ln K \\ &= 1,23 - (-0,005945) \\ &= 1,235946 \text{ Volt} \end{aligned}$$

Energi yang Disuplai

- Secara teori

Diketahui :

$$V = 12 \text{ Volt}$$

$$A = 10 \text{ Amper}$$

$$T = 660 \text{ detik}$$

$$\begin{aligned} E &= V \cdot I \cdot T \\ &= 1,235945 \text{ volt} \cdot 10 \text{ A} \cdot 660 \text{ s} \\ &= 8157.2427 \text{ Watt} \end{aligned}$$

- Secara praktek

Dik :

$$V = 12 \text{ Volt} = 6 \text{ Volt}$$

$$P = 10 \text{ A}$$

$$T = 660 \text{ s}$$

$$\begin{aligned} E &= V \cdot I \cdot T \\ &= 6 \text{ volt} \cdot 10 \text{ A} \cdot 660 \text{ s} \\ &= 39600 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Untuk hasil masing-masing Arus menggunakan rumus yang sama dan di dapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 61. Energi yang disuplay pada Proses Elektrolisis

Jumlah Lempeng Elektroda (Buah)	Jumlah Lempeng Elektroda (Buah)	Kesetimbangan (K)	ln K	E sel	Energi yang Disuplai	
					Teori	Praktek
4	0.025	0.0034	-5.6572	1.2359	8157.242688	39600
	0.05	0.0032	-5.7283	1.2356	7414.103127	36000
	0.075	0.0044	-5.4148	1.2347	10001.28345	48600
6	0.025	0.0046	-5.3775	1.3246	9630.215335	31200
	0.05	0.0037	-5.5873	1.2346	9259.860682	30000
	0.075	0.0041	-5.4826	1.2341	10367.02566	33600
8	0.025	0.0041	-5.4871	1.3257	7043.657749	12600
	0.05	0.0037	-5.5901	1.2357	7043.841581	17100
	0.075	0.0028	-5.8135	1.2359	6673.943874	16200

## 10. Menghitung Efisiensi Elektrik dan % Heat Loss serta SFC (*Sfecific Fuel*

### *Consume*)

#### a. Elektroda 4 Lempeng dan Arus 10 A pada Konsentrasi 0.025 N

Energi Disosiasi H<sub>2</sub>O Standar

	H <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub>	0.5 O <sub>2</sub>	Perubahan	
Entalpi	-285.83 kJ	0	0	ΔH =	285.83 kJ
Entropi	69.91 J/K	130.68 J/K	0.5 x 205.14 J/K	TΔS =	48.7 kJ

(Sumber: [http://www.engineeringtoolbox.com/saturated-steam-properties-d\\_101.html](http://www.engineeringtoolbox.com/saturated-steam-properties-d_101.html))

*Energi H<sub>2</sub> yang dapat dihasilkan = ΔH x Mol H<sub>2</sub> yang terbentuk*

*Energi H<sub>2</sub> yang dapat dihasilkan = 285.83 KJ x 0.1622 mol*

$$\text{Energi H}_2 \text{ yang dapat dihasilkan} = 46.3 \text{ KJ mol} \times \frac{1 \text{ J}}{1000 \text{ KJ}}$$

*Energi H<sub>2</sub> yang dapat dihasilkan = 0.0463 J*

$$\begin{aligned} \% \text{ Elect Efisiensi} &= \frac{\text{Energi yang digunakan}}{\text{Energi yang disuplai}} \times 100 \% \\ &= \frac{8157.2427}{39600} \times 100\% \\ &= 20.5991 \% \end{aligned}$$

$$\% \text{ Heat Loss} = \frac{\text{Energi yang disuplai} - \text{Energi yang digunakan}}{\text{Energi yang disuplai}} \times 100 \%$$



$$= \frac{39600 - 815.2427}{39600} \times 100 \%$$

$$= 79.4009 \%$$

$$\text{Sfc} = \frac{\text{Energi yang digunakan untuk proses elektrolisis}}{\text{massa gas hidrogen yang dihasilkan}}$$

$$= \frac{60 \text{ Joule}}{0,3244 \text{ gr}}$$

$$= 184,9888 \text{ J/gr}$$

$$= 44.2123 \text{ cal/grH}_2$$

Tabel 62. Perhitungan Hasil %Elect Efisiensi, % Head Loss, dan Sfc

Jumlah Lempeng	Konsentrasi	Elect Efisiensi %	% Heat Loss	Sfc (cal/grH <sub>2</sub> )
4	0.025	20.599	79.4009	44.2123
	0.05	20.5947	79.4052	41.7408
	0.075	20.5787	79.4212	36.7227
6	0.025	30.866	69.1339	24.2171
	0.05	30.8662	69.1337	23.3342
	0.075	30.8542	69.1457	21.3341
8	0.025	55.90201	44.0979	21.9616
	0.05	41.192	58.8079	21.6782
	0.025	41.1971	58.80281559	21.4021