

Lampiran 1. Identifikasi Mineral Zeolit

Komponen Mineral Zeolit Awal (Z_0)

2θ	d (Å)	Intensitas (%)	Mineral
9,845	8,9770	46,2	Klinoptilolit
13,505	6,5512	24,0	Mordenit
19,660	4,5119	29,3	Mordenit
22,305	3,9825	77,6	Klinoptilolit
22,755	3,9048	27,5	Klinoptilolit
25,690	3,4649	100	Mordenit
26,655	3,3446	76,1	Kuarsa (Q A)
27,650	3,2236	62,9	Mordenit
28,070	3,1763	35,4	Klinoptilolit
30,920	2,8897	24,0	Mordenit

Komponen Mineral Zeolit Tanpa Asam (Z_1)

2θ	d (Å)	Intensitas (%)	Mineral
9,850	8,9725	34,5	Klinoptilolit
13,445	6,5803	20,0	Mordenit
19,700	4,5029	28,1	Mordenit
20,920	4,2429	22,6	Kuarsa (Q A)
22,285	3,9860	75,9	Klinoptilolit
22,745	3,9064	26,6	Klinoptilolit
25,705	3,4629	100	Mordenit
26,300	3,3859	41,2	Mordenit
26,665	3,3404	61,2	Kuarsa (Q A)
27,625	3,2265	50,1	Mordenit
27,825	3,2037	76,9	Mordenit
28,065	3,1769	54,2	Mordenit

Komponen Mineral Zeolit Aktif (Z₂)

2 θ	d (Å)	Intensitas (%)	Mineral
9,773	9,0426	40	Mordenit
9,820	8,9998	42,5	Klinoptilolit
13,470	6,5682	31,2	Mordenit
19,655	4,5131	25,6	Mordenit
22,330	3,9781	62,6	Klinoptilolit
22,770	3,9022	22,1	Klinoptilolit
25,695	3,4643	100	Mordenit
26,275	3,3891	40,7	Mordenit
26,635	3,3441	54,2	Kuarsa (Q A)
27,760	3,2111	54,2	Mordenit
28,040	3,1796	87,0	Mordenit



Lampiran 2. Identifikasi Spesi Logam Dalam Katalis

SPESI	d (Å)						STANDAR
	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	
PdO	2,83 (15,3)	2,837 (17,4)	2,830 (37,8)	2,83 (40,0)	2,833 (70,0)	2,825 (10,9)	2,82 (d1)
	1,988 (11,0)	1,992 (9,1)	1,995 (30,5)	1,99 (27,6)	1,994 (37,9)	1,990 (10,4)	1,99 (d2)
	3,263 (16,9)	3,261 (11,0)	3,265 (46,3)	3,263 (31,9)	3,263 (49,1)	3,260 (11,3)	3,26 (d3)
PdO ₂	1,684 (10,0)	-	-	1,684 (21,4)	-	-	1,68 (d1)
	2,541 (11,6)	-	-	2,543 (22,5)	-	-	2,54 (d2)
	3,190 (25,9)	-	-	3,181 (68,8)	-	-	3,18 (d3)
Pd	-	-	-	2,258 (18,1)	2,252 (29,0)	2,256 (6,8)	2,25 (d1)
	-	-	-	1,958 (19,2)	1,951 (34,9)	1,952 (8,1)	1,95 (d2)
	-	-	-	1,376 (32,0)	1,381 (30,8)	1,379 (7,2)	1,38 (d3)
Ce ₂ O ₃	2,952 (18,3)	2,941 (11,0)	2,935 (48,2)	2,956 (36,0)	2,935 (76,1)	2,943 (15,3)	2,94 (d1)
	1,638 (11,0)	1,627 (11,0)	1,637 (28,0)	1,633 (17,4)	1,636 (30,8)	1,637 (7,0)	1,63 (d2)
	3,379 (32,1)	3,372 (16,4)	3,357 (100)	3,364 (49,6)	3,36 (100)	3,365 (16,7)	3,36 (d3)
Ce ₆ O ₁₁	-	-	-	3,221 (100)	3,224 (62,7)	-	3,22 (d1)
	-	-	-	2,782 (24,0)	2,785 (40,0)	-	2,78 (d2)
	-	-	-	1,975 (19,2)	1,973 (36,1)	-	1,97 (d3)

Lampiran 3. Perhitungan Penggunaan Bahan

1. PERHITUNGAN PREPARASI HCl

HCl 37 % mempunyai $M_r = 36,46$ dan $\rho = 1,19 \text{ gram/L}$

$$\begin{aligned} M \text{ HCl} &= \frac{\% \text{ HCl} \times \rho}{BM \text{ HCl}} \times 1000 \text{ ml} \\ &= \frac{37\% \times 1,19}{36,46} \times 1000 \text{ ml} \\ &= 12,08 \text{ M} \end{aligned}$$

Dengan persamaan: $V_1 \cdot M_1 = V_2 \cdot M_2$

Banyaknya HCl 37 % yang diperlukan untuk membuat HCl 2 % adalah:

$$V_1 \cdot 12,08 \text{ M} = 500 \text{ mL} \cdot 2 \text{ M}$$

$$V_1 = 82,807 \text{ mL}$$

HCl yang dibutuhkan untuk demineralisasi zeolit

Berat zeolit 40 mL = 21,9306 gram.

Jadi $d_{\text{zeolit}} = 0,548 \text{ gram/mL}$ maka 200 gram zeolit = 365 mL.

Rasio Zeolit:HCl = 1 : 1, jadi larutan HCl 2M yang diperlukan sebanyak 365 mL.

2. PERHITUNGAN PENGGUNAAN TEMPLAT

$$\begin{aligned} \frac{R}{\text{SiO}_2} = 0,1, \text{ basis 1 gram SiO}_2 &= \frac{0,6218}{60} \\ &= 0,01 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jadi } R &= 0,1 \cdot 0,01 \\ &= 0,001 \text{ mol} \end{aligned}$$

Massa TBABr tiap 1 gram zeolit :

$$\begin{aligned} \text{Massa } R &= 0,001 \text{ mol} \times 322,38 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \\ &= 0,32238 \text{ gram} \end{aligned}$$

Jadi untuk 188 gram zeolit digunakan :

$$\begin{aligned} \text{Massa TBABr} &= 188 \times 0,323 \text{ gram} \\ &= 60,724 \text{ gram} \end{aligned}$$

3. PERHITUNGAN PENGGUNAAN GARAM SERIUM

Persamaan yang digunakan untuk menghitung berat serum sesuai dengan konsentrasi serum dalam zeolit, adalah sebagai berikut:

$$\text{Berat garam Ce(SO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O yang dibutuhkan} \\ = \frac{\text{Berat Ce} \times \text{BM Ce(SO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}}{\text{BM Ce}}$$

1. Konsentrasi serum sebesar 3%

3 % serum = 0,6 gram serum dalam 20 gram zeolit

$$\text{Berat garam} = \frac{0,6 \text{ gram} \times 422,3199}{140,12} \\ = 1,80839 \text{ gram}$$

Jadi untuk 3 % serum dalam 20 gram zeolit membutuhkan garam $\text{Ce(SO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ sebanyak 1,80839 gram

2. Konsentrasi serum sebesar 5%

5% serum = 1 gram serum dalam 20 gram zeolit

$$\text{Berat garam} = \frac{1 \text{ gram} \times 422,3199}{140,12} \\ = 3,01399 \text{ gram}$$

Jadi untuk 5 % serum dalam 20 gram zeolit membutuhkan garam $\text{Ce(SO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ sebanyak 3,01399 gram

3. Konsentrasi serum sebesar 7%

7% serum = 1,4 gram serum dalam 20 gram zeolit

$$\text{Berat garam} = \frac{1,4 \text{ gram} \times 422,3199}{140,12} \\ = 4,21958 \text{ gram}$$

Jadi untuk 7 % serum dalam 20 gram zeolit membutuhkan garam $\text{Ce(SO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ sebanyak 4,21958 gram

4. PERHITUNGAN PENGGUNAAN GARAM PALADIUM

Persamaan yang digunakan untuk menghitung berat paladium sesuai dengan konsentrasi paladium dalam zeolit, adalah sebagai berikut:

Berat garam PdCl_2 yang dibutuhkan

$$= \frac{\text{Berat Pd} \times \text{BM PdCl}_2}{\text{BM Pd} \times \text{kadar Pd}}$$

Konsentrasi serum sebesar 0,05%

0,05% serum = 0,01 gram serum dalam 20 gram zeolit



Lampiran 4.

PERHITUNGAN KONVERSI GAS CO

I. PERHITUNGAN KONSTANTA

Standar gas CO

Konsentrasi: 7 % mol mempunyai luas area: 551,23975

Standar gas CO₂

Konsentrasi: 15,1 % mol mempunyai luas area: 1579,26038

$$K = \frac{\text{Konsentrasi (\%mol)}}{\text{Luas area}}$$

Dengan demikian perhitungan konstanta gas standar:

- a. Untuk gas CO, sebagai berikut:

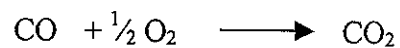
$$K_{CO} = \frac{7}{551,2396} = 1,27 \cdot 10^{-2}$$

- b. Untuk gas CO₂, sebagai berikut:

$$K_{CO_2} = \frac{15,1}{1579,2604} = 9,56 \cdot 10^{-3}$$

II. PERHITUNGAN STOKIOMETRI

Pengukuran konsentrasi gas CO dari tabung PT. BOC Gasses dengan GC didapatkan hasil luas area sebesar 4506,66602 dengan persamaan 1 dapat dihitung besarnya konsentrasi gas sebesar 57,23 %mol.:



$$\begin{array}{l} m: \quad x \\ r: \quad y \quad \quad \quad \infty \quad \quad y \\ s: \quad (x-y) \quad \quad \quad \quad \quad y \end{array}$$

Dari persamaan reaksi tersebut dapat dihitung secara stokiometri jika semua gas CO teroksidasi maka konsentrasi gas CO₂ yang terbentuk adalah 57,23 %mol.

III. PERHITUNGAN % KONVERSI GAS CO

Persamaan untuk menghitung % konversi gas CO adalah sebagai berikut:

$$\% \text{Konversi gas CO} = \frac{\% \text{CO mula - mula} - \% \text{CO sisa}}{\% \text{CO mula - mula}} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} \% \text{Konversi gas CO} &= \frac{x - (x - y)}{x} \times 100\% \\ &= \frac{y}{x} \times 100\% \end{aligned}$$

Karena harga $y \propto$ gas CO yang bereaksi \propto gas CO₂ yang terbentuk, maka persamaan diatas menjadi:

$$\% \text{Konversi gas CO} = \frac{\% \text{mol CO}_2 \text{ sampel}}{\% \text{mol CO}_2 \text{ stokiometri}} \times 100\%$$

Identitas	No. sampel	Suhu (°C)	Luas area Gas CO ₂	% mol gas CO ₂	% Konversi
K ₁	1681	300	2273,2861	21,735	37,978
	1682	500	2867,6675	27,322	47,741
	1683	700	4716,1733	45,091	78,789
K ₂	1684	300	76,7949	0,734	1,283
	1685	500	642,0018	6,138	10,725
	1686	700	1073,1826	10,261	17,929
K ₃	1678	300	59,4212	0,568	0,992
	1679	500	216,5150	2,070	3,617
	1680	700	311,3164	2,976	5,200

K ₄	1687	300	21,8503	0,209	0,136
	1688	500	72,5123	0,693	1,211
	1689	700	153,8332	1,471	2,570
K ₅	1690	300	8,8085	0,084	0,147
	1691	500	90,3728	0,864	1,510
	1692	700	243,4760	2,328	4,068
K ₆	1693	300	24,1383	0,231	0,404
	1694	500	48,17934	0,461	0,806
	1695	700	48,5687	0,464	0,811

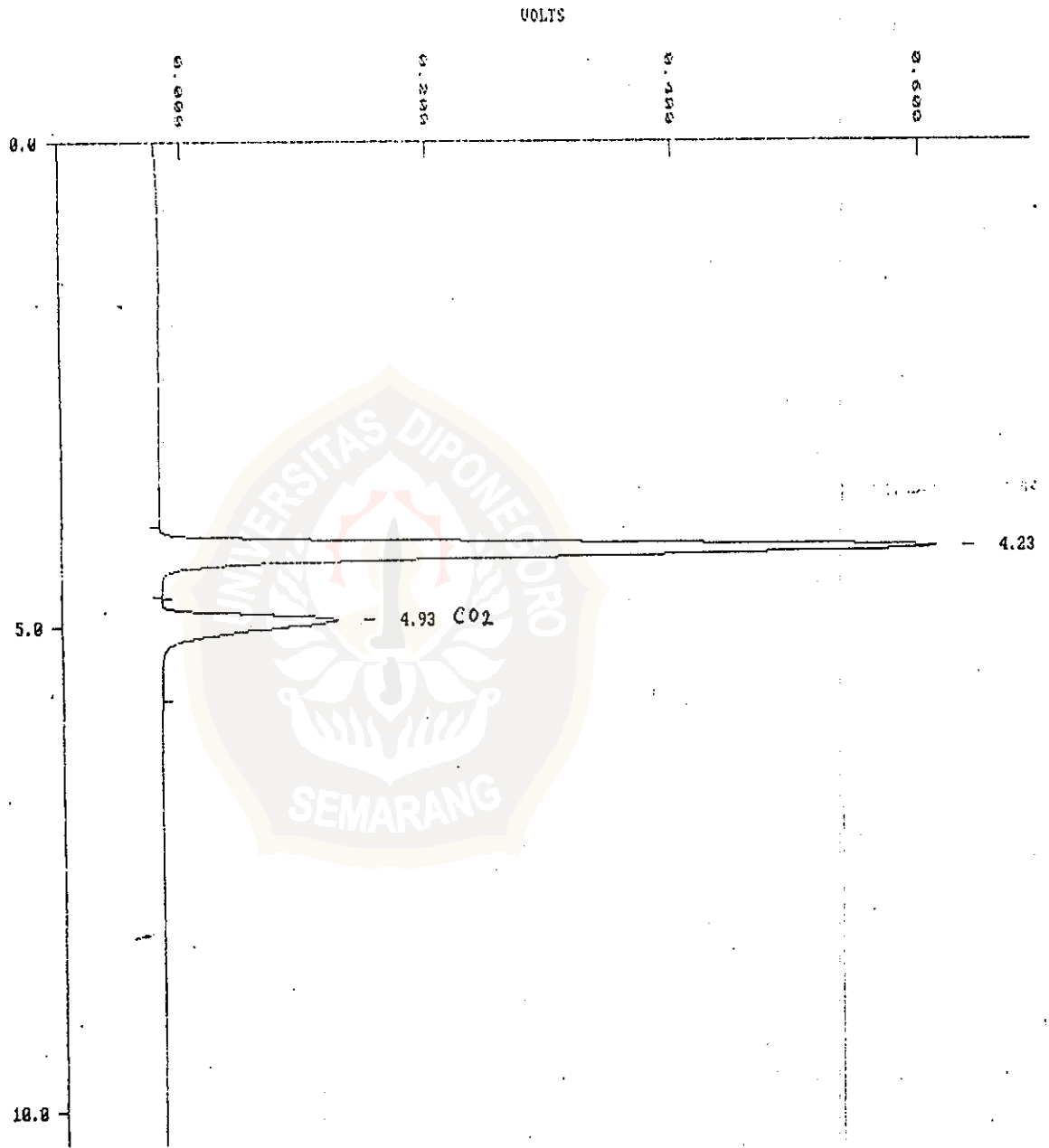


```

*****
* Time                               Date *
* 10:47:26   DELTA CHROMATOGRAPHY DATA SYSTEM - AREA PERCENT REPORT 07/06/01 *
*****
* METHOD      :CO_CO2
* SAMP       :Standar CO2
* WEIGHT     : 1.000
* DILUTION   : 1.000
* INJECTION  : 1 OF 1
* CHROMATOGRAM FILE :STDCO2DC
* CHROMATOGRAM SOURCE :ACQUIRE
*****

```

Acquired by Method :CO_CO2 on 07/06/01 at 10:21 am



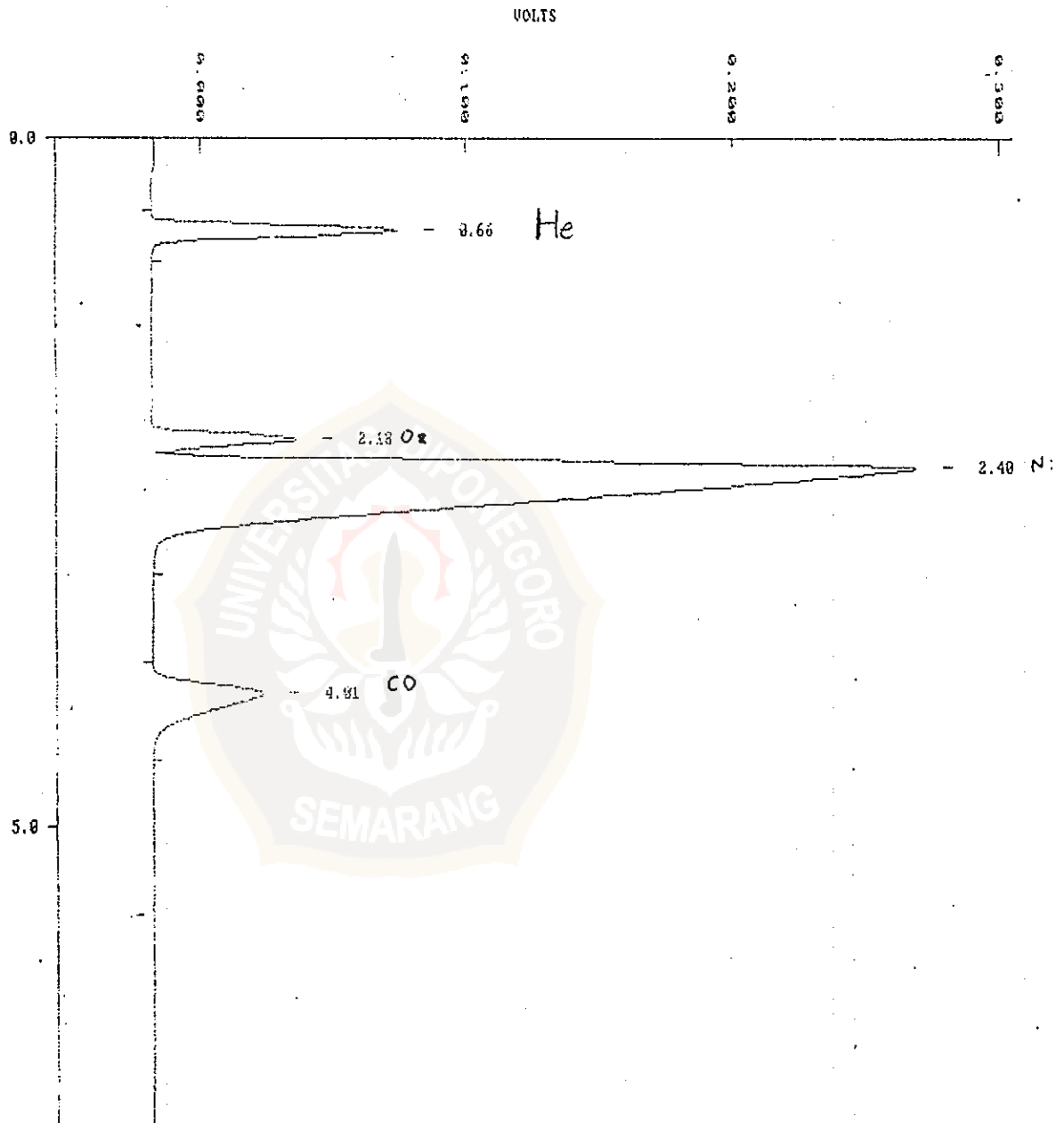
PEAK #	COMPT #	COMPOUND	RETENTION TIME (MIN)	WIDTH (sec)	HEIGHT (mV)	AREA (mV.Sec)	AREA PERCENT
1			4.226	630.3000	773.30	7999.52	100.0
2	BB	CO2	4.931	143.0000	1579.26038		19.7419

```

*****
* Time                               Date *
* 09:15:51 DELTA CHROMATOGRAPHY DATA SYSTEM - AREA PERCENT REPORT 07/06/01 *
*****
* METHOD :CO_CO2 *
* SAMP :Gas co_co2 std INJECTION : 1 OF 1 *
* WEIGHT : 1.000 CHROMATOGRAM FILE :CO-2 MS *
* DILUTION : 1.000 CHROMATOGRAM SOURCE :ACQUIRE *
* *
*****

```

Acquired by Method :CO_CO2 on 07/06/01 at 8:45 am

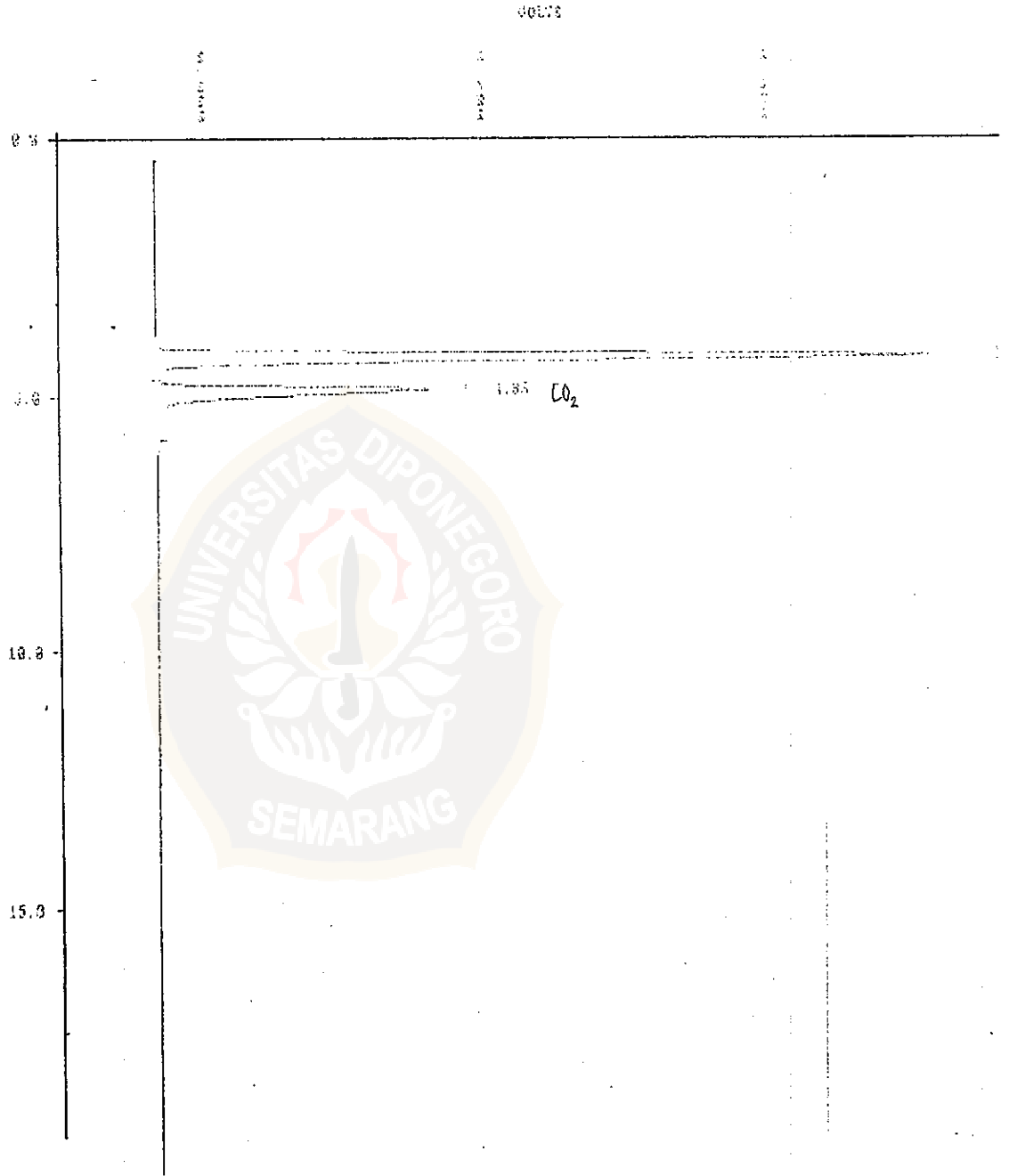


PEAK #	COMPT #	COMPOUND	RETENTION TIME (MIN)	WIDTH (sec)	HEIGHT (mV)	AREA (mV.Sec)	AREA PERCENT
1	BB	He	0.657	92.7000	511.38232	7.7664	
2	BP	O ₂	2.182	54.3000	338.27737	5.1375	
3	BB	N ₂	2.401	287.0000	5183.61035	78.7243	
4	BB	CO	4.007	41.2000	551.23975	8.3718	
					475.20	6584.51	100.0

 Date: 08/07/01
 INFORMATION DATA SYSTEM - AREA PERCENT REPORT

 METHOD : GC FID
 * SAMPLE : C0-002 1001 INJECTION : 1.0
 * WEIGHT : 1.000 CHROMATOGRAM FILE : K130000
 * DILUTION : 1.000 CHROMATOGRAM SOURCE : ACQUIRE

Acquired by Method : GC_FID on 08/07/01 at 4:07 am



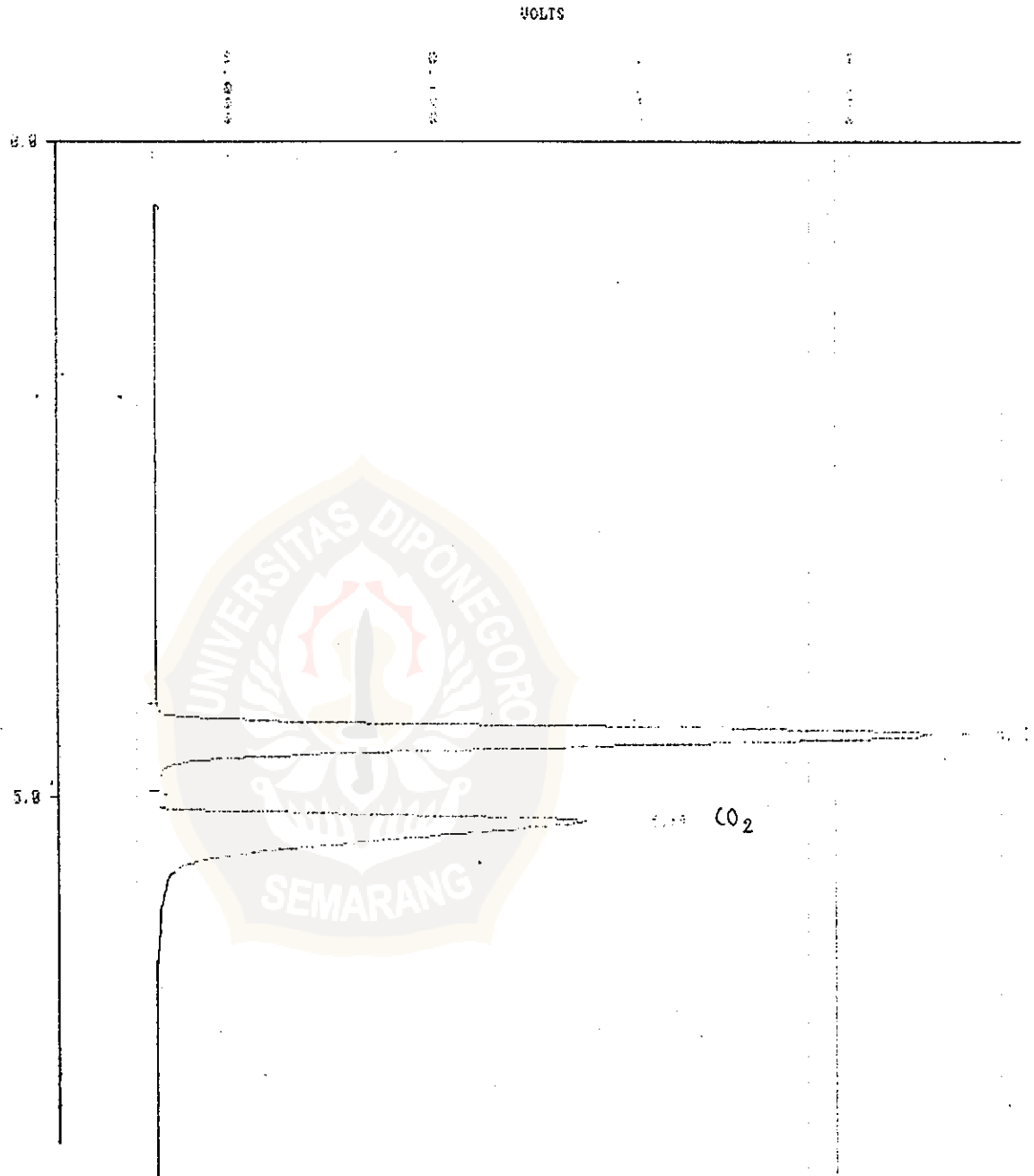
PEAK #	COMPT	COMPOUND	RETENTION TIME (MIN)	WIDTH (sec)	HEIGHT (mV)	AREA (mV.Sec)	AREA PERCENT
1	BB	CO ₂	4.858	0.193	548.3000	5906.00830	72.2068
2	BB		4.858	0.193	195.2000	2273.28613	27.7932

```

*****
* Time
* 00:49:20 DELTA CHROMATOGRAPHY DATA SYSTEM - AREA PERCENT REPORT 08/07/01
*****
* METHOD :CD_CD2
* SAMP :Co-co2 1682 INJECTION : 1 OF 1
* WEIGHT : 1.000 CHROMATOGRAM FILE :K1500.DC
* DILUTION : 1.000 CHROMATOGRAM SOURCE :ACQUIRE
*
*****

```

Acquired by Method :CD_CD2 on 08/07/01 at 12:38 am



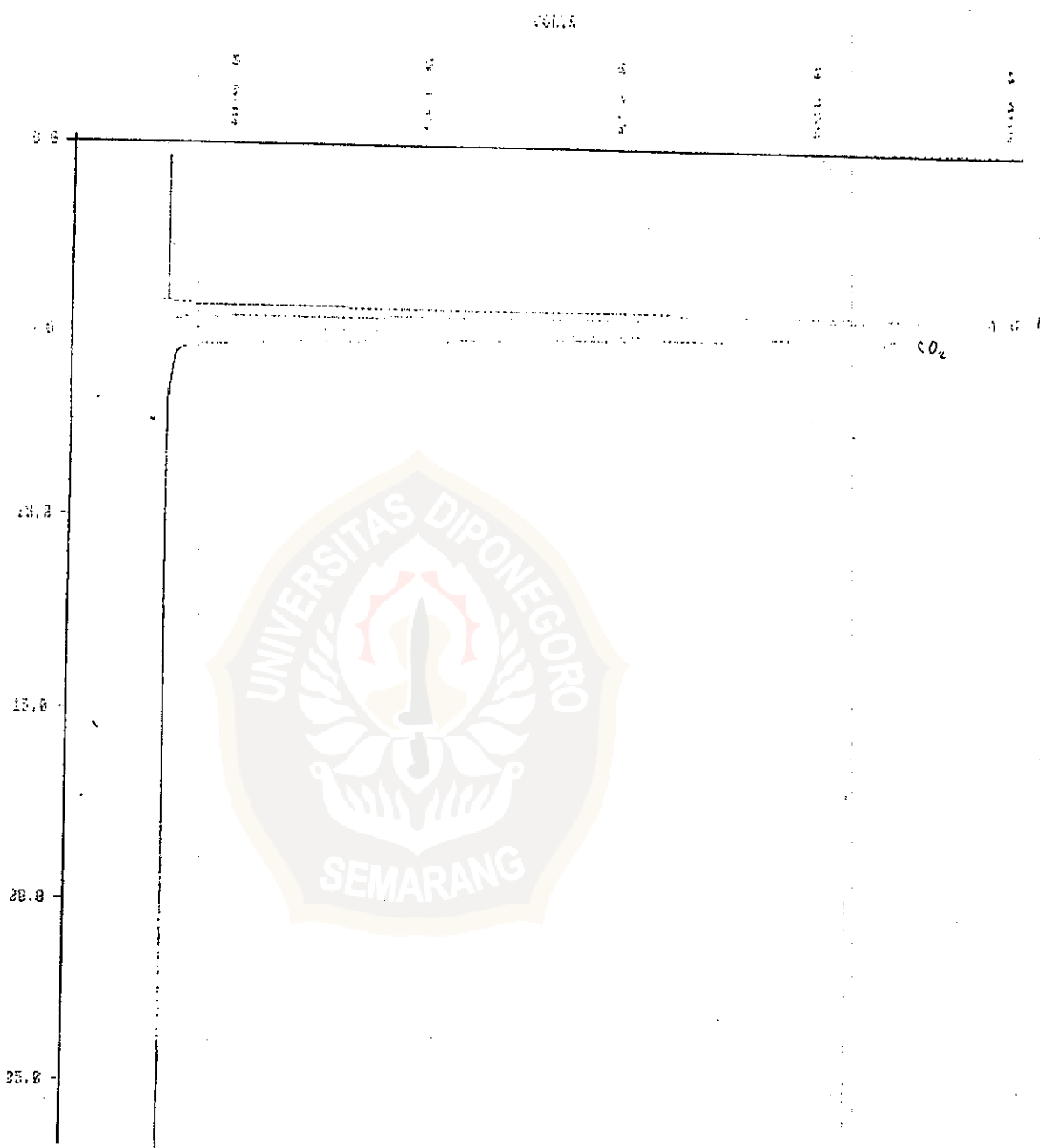
PEAK #	COMPT #	COMPOUND	RETENTION TIME (MIN)	WIDTH (SEC)	HEIGHT (mV)	AREA (mV.min)	AREA PERCENT
1			5.800		581.80	6758.54	100.00

PEAK #	TYPE	RET. TIME(min)	HEIGHT(volts)	AREA(volt.mins)	AREA %
1	BB	4.334	374.3000	3900.87183	57.7177
2	BB	5.191	207.5000	2857.66748	42.2823

 Time
 05:10:20 DELTA CHROMATOGRAPHIC DATA SYSTEM - AREA PERCENT REPORT Date 08/07/01

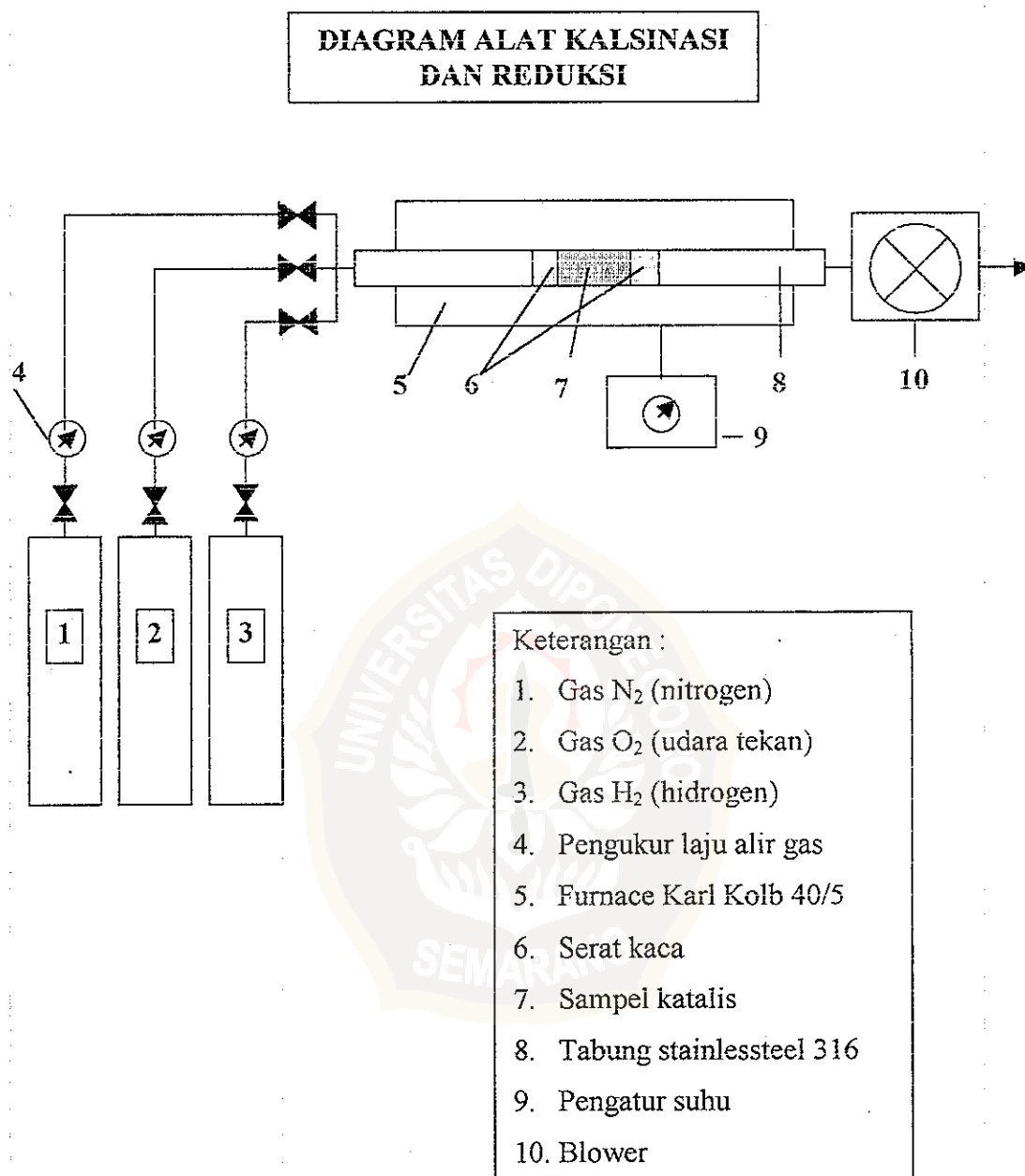
 METHOD : CO, CO2
 SAMP : Co-co2 1693 INJECTION : 1 OF 1
 WEIGHT : 1.000 CHROMATOGRAM FILE : K17000C
 DILUTION : 1.000 CHROMATOGRAM SOURCE : ACQUIS

Controlled by Method: CO, CO2 on 08/07/01 at 4:02:54



EAK #	COMPT #	COMPOUND #	RETENTION TIME (MIN)	WIDTH (sec)	HEIGHT (mV)	AREA (mV.Sec)	AREA PERCENT
					712.80	9139.04	100.0
EAK #	TYPE	RET. TIME(min)	HEIGHT(volts)	AREA(volt.mins)	AREA %		
1	BP	4.430	388.9000	4422.86328	48.3953		
2	BB	4.988	323.9000	4716.17334	51.6047		

Lampiran 5. Skema Alat Kalsinasi dan Reduksi



Lampiran 6. Skema Alat Uji Katalitik

