

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1

Data densitas elektroda karbon dari serbuk gergaji kayu karet berdasarkan cara pembuatan dan variasi campuran material konduktif

Tabel 1.1. Data pengukuran densitas elektroda karbon menggunakan aseton

Kode Sample	M (g)	T (mm)	T (cm)	D (mm)	D (cm)	Jari2 (cm)	Vol (cm ³)	Den g/cm ³
SKKA1	0,030	0,25	0,025	15,45	1,545	0,77	0,047	0,639
SKKA2	0,026	0,18	0,018	15,60	1,560	0,78	0,034	0,764
SGKK3	0,026	0,18	0,018	15,60	1,560	0,78	0,034	0,764
SKKA4	0,024	0,19	0,019	15,22	1,522	0,76	0,035	0,686
SKKA5	0,029	0,20	0,020	15,34	1,534	0,77	0,037	0,784
SKKA6	0,032	0,30	0,030	15,44	1,544	0,77	0,056	0,571
Rata2	0,028	0,216	0,021	15,44	1,544	0,772	0,041	0,701

Tabel 1.2. Data pengukuran densitas elektroda karbon tanpa aseton

Kode sampil	M (g)	T (mm)	T (cm)	D (mm)	D (cm)	Jari2 (cm)	Vol (cm ³)	Den (g/cm ³)
SKKB1	0,051	0,36	0,036	15,71	1,571	0,786	0,070	0,728
SKKB2	0,033	0,26	0,026	15,65	1,565	0,782	0,050	0,660
SKKB3	0,046	0,35	0,035	15,33	1,533	0,767	0,065	0,707
SKKB4	0,056	0,39	0,039	15,48	1,548	0,774	0,073	0,772
SGKK5	0,045	0,30	0,030	15,37	1,537	0,769	0,056	0,803
SKKB6	0,050	0,36	0,036	15,21	1,521	0,761	0,065	0,769
Rata2	0,047	0,25	0,033	15,458	1,546	0,773	0,063	0,739

Tabel 1.3. Data pengukuran densitas elektroda karbon dengan penambahan grafit

Kode Sample	M (g)	T (mm)	T (cm)	D (mm)	D (cm)	Jari2 (cm)	Vol (cm ³)	Den (g/cm ³)
SKKG1	0,034	0,22	0,022	15,74	1,574	0,787	0,043	0,783
SKKG2	0,040	0,25	0,025	15,70	1,570	0,785	0,048	0,783
SKKG3	0,038	0,23	0,023	15,70	1,570	0,785	0,045	0,844
SKKG4	0,042	0,25	0,025	15,75	1,575	0,787	0,048	0,875
SKKG5	0,032	0,19	0,019	15,66	1,566	0,783	0,0366	0,875
SKKG6	0,033	0,19	0,019	15,71	1,571	0,786	0,0369	0,895
Rata2	0,037	0,221	0,022	15,710	1,571	0,786	0,043	0,849

Tabel 1.4. Data pengukuran densitas elektroda karbon dengan penambahan carbon nanotube

Kode Sample	M (g)	T (mm)	T (cm)	D (mm)	D (cm)	Jari2 (cm)	Vol (cm ³)	Den (g/cm ³)
SKKC1	0,053	0,26	0,026	15,81	1,581	0,791	0,051	1,052
SKKC2	0,025	0,21	0,021	15,22	1,522	0,761	0,038	0,652
SKKC3	0,034	0,25	0,025	15,46	1,546	0,773	0,047	0,723
SKKC4	0,034	0,24	0,024	15,91	1,591	0,795	0,047	0,723
SKKC5	0,038	0,24	0,024	15,45	1,545	0,773	0,045	0,844
SKKC6	0,040	0,25	0,025	15,77	1,577	0,789	0,049	0,815
Rata2	0,028	0,181	0,018	15,702	1,170	0,585	0,035	0,801

Tabel 1.5. Data pengukuran densitas elektroda karbon dengan penambahan karbon hitam

Kode Sample	M (g)	T (mm)	T (cm)	D (mm)	D (cm)	Jari2 (cm)	Vol (cm ³)	Den (g/cm ³)
SKKK1	0,036	0,23	0,023	15,39	1,539	0,769	0,043	0,837
SKKK2	0,029	0,22	0,022	15,54	1,554	0,777	0,042	0,659
SKKK3	0,047	0,26	0,026	15,55	1,555	0,777	0,049	0,959
SKKK4	0,039	0,25	0,025	15,16	1,516	0,758	0,045	0,867
SKKK5	0,039	0,23	0,023	15,32	1,532	0,766	0,042	0,929
SKKK6	0,040	0,33	0,033	15,10	1,510	0,755	0,059	0,712
Rata2	0,029	0,190	0,019	11,511	1,151	0,575	0,035	0,827

LAMPIRAN 2

Data serapan gas N₂ pada elektroda karbon dari serbuk gergaji kayu karet menggunakan agen aktivator KOH 300%

Tekanan Relatif (P/P ₀)	Vol Adsor cm ³ /g
0,009929	301,3506
0,052175	329,2226
0,061938	331,5201
0,085543	335,397
0,105475	337,6543
0,12741	339,5316
0,14493	340,749
0,164439	341,9006
0,182106	342,805
0,202136	343,6985
0,222986	344,5247
0,241276	345,1702
0,263724	345,8728
0,281348	346,3937
0,301536	346,932
0,398173	348,8833
0,500634	350,3808
0,600684	351,5774
0,701833	352,7994
0,799913	354,4674
0,951867	363,5583
0,98722	374,5857
0,948236	367,8075
0,800194	359,3777
0,687865	357,5434
0,584703	356,3415
0,521763	355,2958
0,300793	347,4374
0,09616	337,2346
0,046433	328,1757



LAMPIRAN 3

Pengukuran kapasitansi spesifik (F/g) elektroda karbon dengan metode EIS dilakukan pada frekuensi 10.000 Hz sampai dengan 0,01 Hz pada tegangan 10 mv

Diketahui : $m = 0,02465$ gram

$$F = 0,01 \text{ Hz}$$

$$Z'' = -418,15 \Omega$$

Ditanya: $C_{sp} = \dots, ?$

Penyelesaian:

$$C_{sp} = -2 / (2\pi f \times Z'' \times m)$$

$$C_{sp} = -2 / (2 \times 3,14 \times 0,01 \times (-418,15) \times 0,02465)$$

$$C_{sp} = 3,090 \text{ F/g}$$

Tabel 3.2. Data kapasitansi spesifik elektroda karbon dengan penambahan aseton menggunakan metode EIS

Kode Sample	m_1 (g)	m_2 (g)	$m_{rata-rata}$ (g)	f (Hz)	Z'' (Ω)	R (Ω)	C_{sp} (F/g)
SGKKA1	0,0235	0,0258	0,02465	0,01	-418,15	169,23	3,090
SGKKA1	0,0235	0,0258	0,02465	0,1	-183,03	158,71	0,706
SGKKA1	0,0235	0,0258	0,02465	1,0	-190,89	162,56	0,068
SGKKA2	0,0286	0,0321	0,03035	0,01	-712,23	299,85	1,473
SGKKA2	0,0286	0,0321	0,03035	0,1	-301,72	265,45	0,348
SGKKA2	0,0286	0,0321	0,03035	0,1	-302,29	254,61	0,347
SGKKA3	0,029	0,0259	0,02745	0,01	-541,13	150,2	2,144
SGKKA3	0,029	0,0259	0,02745	0,1	-242,9	150,21	0,478
SGKKA3	0,029	0,0259	0,02745	0,1	-245,4	149,03	0,473

Tabel 3.2. Data kapasitansi spesifik elektroda karbon dengan tanpa penambahan aseton menggunakan metode EIS

Kode Sample	m_1 (g)	m_2 (g)	$m_{rata-rata}$ (g)	f (Hz)	Z'' (Ω)	R (Ω)	C_{sp} (F/g)
SGKKB1	0,0334	0,0454	0,0394	0,01	-457,64	253,48	1,766
SGKKB1	0,0334	0,0454	0,0394	0,10	-222,46	253,84	0,363
SGKKB1	0,0334	0,0454	0,0394	0,10	-222,64	237,14	0,363
SGKKB2	0,0455	0,0504	0,04795	0,01	-347,6	286,152	1,911
SGKKB2	0,0455	0,0504	0,04795	0,1	-178,72	281,52	0,372
SGKKB2	0,0455	0,0504	0,04795	0,1	-181,85	285,01	0,365
SGKKB3	0,0513	0,0565	0,0539	0,01	-443,5	231,09	1,332
SGKKB3	0,0513	0,0565	0,0539	0,1	-231,58	227,05	0,255
SGKKB3	0,0513	0,0565	0,0539	0,1	-231,41	228,3	0,255

Tabel 3.3. Data kapasitansi spesifik elektroda karbon dengan penambahan grafit menggunakan metode EIS

Kode sampel	m_1 (g)	m_2 (g)	$m_{rata-rata}$ (g)	F (Hz)	Z'' (Ω)	R (Ω)	C_{sp} (F/g)
SGKKG1	0,0335	0,033	0,0332	0,01	-158,53	107,7	6,041
SGKKG1	0,0335	0,033	0,0332	0,01	-132,95	65,441	7,204
SGKKG1	0,0335	0,033	0,0332	0,10	-54,488	113,58	1,757
SGKKG2	0,0339	0,0381	0,039	0,01	-213,8	114,9	3,819
SGKKG2	0,0339	0,0381	0,039	0,1	-71,329	115,72	1,145
SGKKG3	0,0419	0,0315	0,0367	0,01	-764,7	216,51	1,135
SGKKG3	0,0419	0,0315	0,0367	0,1	-238,23	217,74	0,364

Tabel 3.4. Data kapasitansi spesifik elektroda karbon dengan penambahan carbon nanotube menggunakan metode EIS

Kode sampel	m ₁ (g)	m ₂ (g)	m _{rata-rata} (g)	F (Hz)	Z'' (Ω)	R (Ω)	C _{sp} (F/g)
SGKKC1	0,0339	0,0402	0,0371	0,01	-62,575	73,538	13,736
SGKKC1	0,0339	0,0402	0,0371	0,01	-40,439	47,778	21,256
SGKKC1	0,0339	0,0402	0,0371	0,01	-39,345	47,393	21,847
SGKKC1	0,0339	0,0402	0,0371	0,10	-22,989	74,698	3,739
SGKKC2	0,0378	0,0334	0,0356	0,01	-66,667	76,227	13,419
SGKKC2	0,0378	0,0334	0,0356	0,1	-28,081	77,043	3,186
SGKKC3	0,0251	0,0402	0,0326	0,01	-93,51	76,495	10,431
SGKKC3	0,0251	0,0402	0,0326	0,01	-69,537	60,231	14,027
SGKKC3	0,0251	0,0402	0,0326	0,01	-72,382	57,149	13,476
SGKKC3	0,0251	0,0402	0,0326	0,1	-36,677	78,371	2,66

Tabel 3.5. Data kapasitansi spesifik elektroda karbon dengan penambahan karbon hitam menggunakan metode EIS

Kode Sample	m ₁ (g)	m ₂ (g)	m _{rata-rata} (g)	F (Hz)	Z'' (Ω)	R (Ω)	C _{sp} (F/g)
SGKKK1	0,0398	0,0472	0,0435	0,01	-139,66	28,723	5,242
SGKKK1	0,0398	0,0472	0,0435	0,01	-64,14	22,025	11,414
SGKKK1	0,0398	0,0472	0,0435	0,10	-38,482	20,533	1,902
SGKKK2	0,0388	0,0392	0,039	0,1	-117,25	59,821	0,697
SGKKK2	0,0388	0,0392	0,039	0,01	-96	48,551	8,506
SGKKK2	0,0388	0,0392	0,039	0,1	-39,832	61,371	2,05

LAMPIRAN 4

Pengukuran kapasitansi spesifik (F/g) elektroda karbon dengan metode CV untuk Setiap variasi laju scan dari 1, 5, 10, dan 50 mV/s.

Diketahui: $m = 0,0371 \text{ g}$

$$I_c = 0,00083318 \text{ A}$$

$$I_d = 0,0002506 \text{ A}$$

$$s = 1 \text{ mV/s} = 0,001 \text{ V/s}$$

Ditanya: $C_{sp} = \dots\dots?$

Penyelesaian

$$C_{sp} = \frac{I}{(s \times m)}$$

$$C_{sp} = \frac{(I_c + I_d)}{(s \times m)}$$

$$C_{sp} = \frac{0,00083318 + 0,0002506}{(0,001 \times 0,0371)}$$

$$C_{sp} = \frac{0,001084}{0,0000371}$$

$$C_{sp} = 29,25182 \text{ F/g}$$

Tabel 4.1. Data kapasitansi spesifik elektroda karbon dengan penambahan carbon nanotube menggunakan metode CV

Kode Sample	Laju scan (mV/s)	m_1 (g)	m_2 (g)	M (g)	I_c (A)	I_d (A)	I (A)	C_{sp} (F/g)
SGKKC1	0,001	0,0339	0,0402	0,0371	$8,33 \times 10^{-4}$	$2,51 \times 10^{-4}$	$10,84 \times 10^{-4}$	29,252
SGKKC1	0,005	0,0339	0,0402	0,0371	$11,76 \times 10^{-4}$	$0,34 \times 10^{-4}$	$12,10 \times 10^{-4}$	6,534
SGKKC1	0,010	0,0339	0,0402	0,0371	$16,29 \times 10^{-4}$	$0,39 \times 10^{-4}$	$16,68 \times 10^{-4}$	4,502
SGKKC1	0,050	0,0339	0,0402	0,0371	$18,46 \times 10^{-4}$	$0,29 \times 10^{-4}$	$18,75 \times 10^{-4}$	1,012
SGKKC2	0,001	0,0251	0,0402	0,0327	$5,31 \times 10^{-4}$	$0,13 \times 10^{-4}$	$5,44 \times 10^{-4}$	16,657
SGKKC2	0,005	0,0251	0,0402	0,0327	$6,99 \times 10^{-4}$	$1,73 \times 10^{-4}$	$8,73 \times 10^{-4}$	5,347
SGKKC2	0,01	0,0251	0,0402	0,0327	$8,58 \times 10^{-4}$	$2,19 \times 10^{-4}$	$10,78 \times 10^{-4}$	3,301
SGKKC2	0,05	0,0251	0,0402	0,0327	$12,09 \times 10^{-4}$	$1,45 \times 10^{-4}$	$13,55 \times 10^{-4}$	0,829

Tabel 4.2. Data kapasitansi spesifik elektroda karbon dengan penambahan grafit menggunakan metode CV

Kode Sampel	Laju scan (mV/s)	m ₁ (g)	m ₂ (g)	m (g)	I _c (A)	I _d (A)	I (A)	C _{sp} (F/g)
SGKKG	0,001	0,0335	0,033	0,03325	0,32 x10 ⁻⁴	0,31 x10 ⁻⁴	0,63 x10 ⁻⁴	10,615
SGKKG	0,005	0,0335	0,033	0,03325	5,6 x10 ⁻⁴	0,37 x10 ⁻⁴	5,97 x10 ⁻⁴	3,590
SGKKG	0,010	0,0335	0,033	0,03325	9,1 x10 ⁻⁴	0,15 x10 ⁻⁴	9,25 x10 ⁻⁴	2,779
SGKKG	0,050	0,0335	0,033	0,03325	9 x10 ⁻⁴	1,42 x10 ⁻⁴	10,42 x10 ⁻⁴	0,626

Tabel 4.3. Data kapasitansi spesifik elektroda karbon dengan penambahan karbon hitam menggunakan metode CV

Kode Sampel	Laju scan (mV/s)	m ₁ (g)	m ₂ (g)	m (g)	I _c (A)	I _d (A)	I (A)	C _{sp} (F/g)
SGKKK1	0,001	0,0398	0,0472	0,0435	4,2 x10 ⁻⁴	0,17 x10 ⁻⁴	4,37 x10 ⁻⁴	10,007
SGKKK1	0,005	0,0398	0,0472	0,0435	5,9 x10 ⁻⁴	1,4 x10 ⁻⁴	7,3 x10 ⁻⁴	3,373
SGKKK1	0,010	0,0398	0,0472	0,0435	8,4 x10 ⁻⁴	2,9 x10 ⁻⁴	11,3 x10 ⁻⁴	2,597
SGKKK1	0,050	0,0398	0,0472	0,0435	15,7 x10 ⁻⁴	5,07 x10 ⁻⁴	20,8 x10 ⁻⁴	0,955
SGKKK2	0,005	0,0388	0,0392	0,039	6,56 x10 ⁻⁴	0,93 x10 ⁻⁴	7,48 x10 ⁻⁴	3,837
SGKKK2	0,01	0,0388	0,0392	0,039	11,56 x10 ⁻⁴	0,19 x10 ⁻⁴	11,76 x10 ⁻⁴	3,014
SGKKK2	0,05	0,0388	0,0392	0,039	11 x10 ⁻⁴	2,86 x10 ⁻⁴	13,86 x10 ⁻⁴	0,710
SGKKK2	0,05	0,0388	0,0392	0,039	14,37 x10 ⁻⁴	1,57 x10 ⁻⁴	15,94 x10 ⁻⁴	0,817