



ADSORPSI LIMBAH LOGAM BERAT NIKEL (Ni^{2+}) DENGAN MENGGUNAKAN KOMPOSIT NANO KARBON

Laporan Penelitian

Disusun untuk memenuhi tugas akhir guna mencapai gelar
sarjana di bidang Ilmu Teknik Kimia

oleh:

Luke Mitchell (2014620104)

Pembimbing:

Arenst Andreas, S.T., S.Si., M.Sc., Ph.D.

Hans Kristianto, S.T., M.T.



**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG**

2018

No. Korek	: TK MIT a/10
Tanggal	: 7 Februari 2019
No. Ind.	: 4344-FTI /SKP 36812
Divisi	: i
Hasil/Ber	:
Dari	: FTI



LEMBAR PENGESAHAN

JUDUL : **ADSORPSI LIMBAH LOGAM BERAT NIKEL (Ni^{2+}) DENGAN
MENGUNAKAN KOMPOSIT NANO KARBON**

CATATAN :

Telah diperiksa dan disetujui,

Bandung, 7 Agustus 2018

Pembimbing Pertama

Arenst Andreas, S.T., S.Si., M.Sc., Ph.D.

Pembimbing Kedua

Hans Kristianto, S.T., M.T.



Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Katolik Parahyangan



SURAT PERNYATAAN

Saya, yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Luke Mitchell
NPM : 2014620104

dengan ini menyatakan bahwa Laporan Penelitian dengan judul:

ADSORPSI LIMBAH LOGAM BERAT NIKEL (Ni^{2+}) DENGAN MENGGUNAKAN KOMPOSIT NANO KARBON

adalah hasil pekerjaan saya dan seluruh ide, pendapat, materi atau sumber lain telah dikutip dengan cara penulisan referensi yang sesuai.

Pernyataan ini saya buat dengan sebenar – benarnya dan jika pernyataan ini tidak sesuai dengan kenyataan maka saya bersedia menanggung sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Bandung, 7 Agustus 2018

Luke Mitchell
(2014620104)



LEMBAR REVISI

JUDUL : **ADSORPSI LIMBAH LOGAM BERAT NIKEL (Ni^{2+}) DENGAN
MENGUNAKAN KOMPOSIT NANO KARBON**

CATATAN :

Telah diperiksa dan disetujui,

Bandung, 7 Agustus 2018

Penguji

Ratna Frida Susanti, Ph.D.

Penguji

Kevin Cleary Wanta, S.T., M. Eng.

DAFTAR ISI



COVER DEPAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN	iii
LEMBAR REVISI	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR SIMBOL	xvi
KATA PENGANTAR	xvii
INTISARI	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tema Sentral Masalah	2
1.3 Identifikasi Masalah	3
1.4 Hipotesis	3
1.5 Tujuan Penelitian	3
1.6 Manfaat Penelitian	4
1.7 Premis	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Adsorpsi	6
2.1.1 Pengertian Adsorpsi	6
2.1.2 Adsorpsi Fisika dan Adsorpsi Kimia	7
2.1.3 Kinetika Adsorpsi	9
2.1.3.1 Orde 1 Semu	9
2.1.3.2 Orde 2 Semu	9
2.1.5 Isoterm Adsorpsi	10
2.1.5.1 Langmuir	10
2.1.5.2 Freundlich	10
2.2 Adsorben	11
2.2.1 Karbon aktif	11
2.2.2 <i>Carbon Nano Tube</i>	12

2.2.2.1	Metode Sintesis CNT	14
2.3	Logam Berat	17
2.3.1	Logam Berat Nikel	17
2.3.1.1	Zat Pengompleks Ion Logam Nikel (Ni^{2+}).....	17
2.4	Analisa Kadar Logam Berat Nikel (Ni^{2+})	18
BAB III BAHAN DAN METODE		19
3.1	Gambaran Umum Penelitian.....	19
3.2	Sintesis Komposit CNT	20
3.2.1	Alat dan Bahan Sintesis Komposit CNT.....	20
3.2.1.1	Alat Sintesis Komposit CNT	20
3.2.1.2	Bahan Sintesis Komposit CNT	20
3.2.2	Rangkaian Alat Percobaan.....	21
3.2.3	Prosedur Percobaan	21
3.2.3.1	Pembuatan Larutan Prekursor.....	21
3.2.3.2	Proses Sintesis Komposit CNT.....	22
3.3	Adsorpsi Logam Berat Nikel (Ni^{2+}).....	23
3.3.1	Alat dan Bahan Adsorpsi Logam Berat Nikel (Ni^{2+})	23
3.3.1.1	Alat Adsorpsi Logam Berat Nikel (Ni^{2+}).....	23
3.3.1.2	Bahan Adsorpsi Logam Berat Nikel (Ni^{2+})	24
3.3.2.1	Pembuatan Larutan Alkaline Dimetilglioksim 1%.....	24
3.3.2.2	Pembuatan Larutan Induk Logam Berat Ni^{2+}	24
3.3.2.3	Pembuatan Larutan NaOH 5 M	25
3.3.2.4	Pembuatan Larutan Potasium Persulfat 5%.....	25
3.3.2.5	Pembuatan Larutan Natrium Tartrat 20%.....	25
3.3.2.6	Penentuan Panjang Gelombang Maksimum	25
3.3.2.7	Pembuatan Kurva Standar.....	26
3.3.2.8	Adsorpsi Larutan Logam Berat dengan Komposit CNT	26
3.3.2.9	Analisis Konsentrasi Logam Nikel Hasil Adsorpsi	30
3.4	Analisis Proses Adsorpsi	30
3.4.1	Analisis % removal.....	30
3.4.2	Analisis Kapasitas Adsorpsi	31
3.4.3	Analisis Kinetika Adsorpsi.....	31
3.4.3.1	Kinetika Orde 1 Semu.....	31
3.4.3.2	Kinetika Orde 2 Semu.....	31

3.5	Lokasi dan Rencana Kerja Penelitian	32
BAB IV PEMBAHASAN		33
4.1	Karakterisasi CNT	33
4.1.1	Analisa Scanning Electron Microscopy (SEM).....	33
4.1.2	Analisa EDS	34
4.1.3	Analisa XRD	35
4.2	Adsorpsi Ion Logam Berat Ni(II) dengan Komposit Nano Karbon	36
4.2.1	Adsorpsi Ion Logam Berat Ni(II) dengan Variasi pH	36
4.2.1.1	Penentuan % <i>Removal</i>	36
4.2.1.2	Penentuan Model Kinetika Adsorpsi	37
4.2.2	Adsorpsi Ion Logam Berat Ni(II) dengan Variasi Konsentrasi Awal Menggunakan Komposit CNT dan Karbon Aktif.....	38
4.2.2.1	Penentuan % Removal dan Model Isotermal Adsorpsi	39
4.2.2.2	Isotermal Langmuir.....	40
4.2.2.3	Isotermal Freundlich.....	41
4.2.2.4	Isotermal Temkin.....	41
4.2.2.5	Penentuan Model Kinetika Adsorpsi	42
4.2.3	Adsorpsi Ion Logam Berat Ni(II) dengan Variasi Massa Adsorben	45
4.2.3.1	Penentuan % <i>Removal</i>	45
4.2.3.2	Penentuan Model Kinetika Adsorpsi	45
4.2.4	Adsorpsi Ion Logam Berat Ni(II) dengan Variasi Temperatur	47
4.2.4.1	Penentuan % <i>Removal</i>	47
4.2.4.2	Penentuan Model Kinetika Adsorpsi.....	48
4.3	Perbandingan Komposit CNT dengan Adsorben Lain	50
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		51
5.1	Kesimpulan	51
5.2	Saran	51
DAFTAR PUSTAKA.....		52
LAMPIRAN A		57
A.1	Asam Sulfat (H ₂ SO ₄)	57
A.2	Asam Klorida (HCl).....	58
A.3	Natrium Hidroksida (NaOH)	59
A.4	Dimetilglioksim (dmgH ₂) (bubuk).....	60
A.7	Ferrocene	61
A.8	Heksana.....	62

A.9	Minyak Goreng (<i>Palm oil</i>).....	63
A.10	Gas Nitrogen	63
LAMPIRAN B.....		64
B.1	Panjang Gelombang dan Kurva Standar Larutan Ion Logam Berat Ni (II).....	64
B.2	Hasil Data Pengamatan Adsorpsi Ion Logam Berat Ni (II) Menggunakan Adsorben Komposit CNT pada Variasi pH.....	65
B.3	Hasil Data Pengamatan Adsorpsi Ion Logam Berat Ni (II) Menggunakan Adsorben Komposit CNT pada Variasi Konsentrasi Awal	69
B.4	Hasil Data Pengamatan Adsorpsi Ion Logam Berat Ni (II) Menggunakan Adsorben Karbon Aktif pada Variasi Konsentrasi Awal.....	77
B.5	Hasil Data Pengamatan Adsorpsi Ion Logam Berat Ni (II) Menggunakan Adsorben Komposit CNT pada Variasi Temperatur	85
B.6	Hasil Data Pengamatan Adsorpsi Ion Logam Berat Ni (II) Menggunakan Adsorben Komposit CNT pada Variasi Massa Adsorben	90
LAMPIRAN C.....		95
C.1	Panjang Gelombang Maksimum.....	95
C.2	Kurva Standar Larutan Ion Logam Berat Ni (II).....	95
C.3	Adsorpsi Larutan Ion Logam Berat Ni (II) Menggunakan Adsorben Komposit CNT untuk Variasi Konsentrasi Awal.....	96
C.4	Adsorpsi Larutan Ion Logam Berat Ni (II) Menggunakan Adsorben Karbon Aktif untuk Variasi Konsentrasi Awal.....	105
C.5	Adsorpsi Larutan Ion Logam Berat Ni (II) Menggunakan Adsorben Komposit CNT untuk Variasi pH.....	114
C.6	Adsorpsi Larutan Ion Logam Berat Ni (II) Menggunakan Adsorben Komposit CNT Variasi Massa Adsorben	118
C.7	Adsorpsi Larutan Ion Logam Berat Ni (II) Menggunakan Adsorben Komposit CNT untuk Variasi Temperatur	123
LAMPIRAN D		128
D.1	Pembuatan Kurva Standar.....	128
D.2	Isotermal Adsorpsi Ion Logam Berat Ni (II) dengan Variasi Konsentrasi Awal	128
D.2.1	Perhitungan Isoterm Langmuir	129
D.2.2	Perhitungan Isotermal Freundlich	130
D.2.3	Perhitungan Isotermal Temkin	131
D.3	Penentuan Kinetika Adsorpsi pada Variasi Konsentrasi Awal.....	132
D.3.1	Pseudo Orde 1.....	132
D.3.2	Pseudo Orde 2.....	134



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Mekanisme Adsorpsi [16].....	7
Gambar 2.2 Analisa SEM Karbon Aktif [23]	12
Gambar 2.3 Hasil Analisa SEM Penelitian [9]	13
Gambar 2.4 SWCNT dan MWCNT [9].....	14
Gambar 2.5 Rangkaian alat metode nebulized spray pyrolysis [9].....	15
Gambar 2.6 Rangkaian alat metode arc discharge [28]	15
Gambar 2.7 Rangkaian alat metode CVD [9].....	16
Gambar 2.8 Rangkaian alat metode laser ablation [28].....	16
Gambar 2.9 Struktur senyawa Dimetilglioksim [31].....	18
Gambar 2.10 Reaksi Nikel dengan Dimetilglioksim [32]	18
Gambar 3.1 Rangkaian alat yang digunakan saat percobaan sintesis komposit CNT	21
Gambar 3.2 Proses sintesis larutan prekursor	22
Gambar 3.3 Proses persiapan dan start up	22
Gambar 3.4 Proses pemisahan dan shut down.....	23
Gambar 3.5 Diagram Alir Pembuatan Larutan Dimetilglioksim.....	24
Gambar 3.6 Diagram Alir Pembuatan Larutan Logam Nikel.....	24
Gambar 3.7 Diagram Alir Pembuatan Larutan NaOH 5 M.....	25
Gambar 3.8 Diagram Alir Pembuatan Larutan Postasium Persulfat 5%	25
Gambar 3.9 Diagram Alir Pembuatan Larutan Natrium Tartrat 20%	25
Gambar 3.10 Diagram Alir Penentuan Panjang Gelombang Maksimum.....	25
Gambar 3.11 Diagram Alir Pembuatan Kurva Standar dengan Spektrofotometer.....	26
Gambar 3.12 Diagram Alir Adsorpsi Larutan Logam Berat dengan Komposit CNT untuk Variasi pH.....	28
Gambar 3.13 Diagram Alir Adsorpsi Larutan Logam Berat dengan Komposit CNT untuk Variasi Konsentrasi Awal	28
Gambar 3.14 Diagram Alir Adsorpsi Larutan Logam Berat dengan Komposit CNT untuk Variasi Massa Adsorben	29
Gambar 3.15 Diagram Alir Adsorpsi Larutan Logam Berat dengan Komposit CNT untuk Variasi Temperatur.....	29
Gambar 3.16 Diagram Alir Analisis Kadar Logam Nikel Hasil Adsorpsi dengan Spektrofotometer	30
Gambar 4.1 Hasil Analisa SEM Perbesaran 40.000x	33
Gambar 4.2 Hasil Analisa EDS pada Sampel.....	34
Gambar 4.3 Hasil Analisa XRD pada Sampel.....	35
Gambar 4.4 Perbandingan Profil %Removal Terhadap Waktu pada Variasi pH.....	38
Gambar 4.5 Pengaruh Konsentrasi Awal Terhadap %Removal	39
Gambar 4.6 Perbandingan Profil %Removal Terhadap Waktu pada Variasi Konsentrasi Awal Menggunakan Komposit CNT	44
Gambar 4.7 Perbandingan Profil %Removal Terhadap Waktu pada Variasi Konsentrasi Awal Menggunakan Karbon Aktif.....	44
Gambar 4.8 Perbandingan Profil %Removal Terhadap Waktu pada Variasi Massa Adsorben	47
Gambar C.1 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum	95
Gambar C.2 Grafik Kurva Standar Larutan Ion Logam Berat Ni (II)	95
Gambar C.3 Grafik Fitting Isotermal Langmuir untuk Adsorben Komposit CNT pada Variasi Konsentrasi Awal	96

Gambar C.4 Grafik Fitting Isotermal Freundlich untuk Adsorben Komposit CNT pada Variasi Konsentrasi Awal	96
Gambar C.5 Grafik Fitting Isotermal Temkin untuk Adsorben Komposit CNT pada Variasi Konsentrasi Awal	97
Gambar C.6 Grafik Kinetika Adsorpsi Pseudo Orde Satu pada Konsentrasi Awal 60 ppm Menggunakan Adsorben Komposit CNT.....	97
Gambar C.7 Grafik Kinetika Adsorpsi Pseudo Orde Dua pada Konsentrasi Awal 60 ppm Menggunakan Adsorben Komposit CNT.....	98
Gambar C.8 Grafik Perbandingan Model Pseudo Orde Satu dan Dua dengan Data Percobaan pada Konsentrasi Awal 60 ppm Menggunakan Adsorben Komposit CNT.....	98
Gambar C.9 Grafik Kinetika Adsorpsi Pseudo Orde Satu pada Konsentrasi Awal 70 ppm Menggunakan Adsorben Komposit CNT.....	99
Gambar C.10 Grafik Kinetika Adsorpsi Pseudo Orde Dua pada Konsentrasi Awal 70 ppm Menggunakan Adsorben Komposit CNT.....	99
Gambar C.11 Grafik Perbandingan Model Pseudo Orde Satu dan Dua dengan Data Percobaan pada Konsentrasi Awal 70 ppm Menggunakan Adsorben Komposit CNT	100
Gambar C.12 Grafik Kinetika Adsorpsi Pseudo Orde Satu pada Konsentrasi Awal 80 ppm Menggunakan Adsorben Komposit CNT.....	100
Gambar C.13 Grafik Kinetika Adsorpsi Pseudo Orde Dua pada Konsentrasi Awal 80 ppm Menggunakan Adsorben Komposit CNT.....	101
Gambar C.14 Grafik Perbandingan Model Pseudo Orde Satu dan Dua dengan Data Percobaan pada Konsentrasi Awal 80 ppm Menggunakan Adsorben Komposit CNT	101
Gambar C.15 Grafik Kinetika Adsorpsi Pseudo Orde Satu pada Konsentrasi Awal 90 ppm Menggunakan Adsorben Komposit CNT.....	102
Gambar C.16 Grafik Kinetika Adsorpsi Pseudo Orde Dua pada Konsentrasi Awal 90 ppm Menggunakan Adsorben Komposit CNT.....	102
Gambar C.17 Grafik Perbandingan Model Pseudo Orde Satu dan Dua dengan Data Percobaan pada Konsentrasi Awal 90 ppm Menggunakan Adsorben Komposit CNT	103
Gambar C.18 Grafik Kinetika Adsorpsi Pseudo Orde Satu pada Konsentrasi Awal 100 ppm Menggunakan Adsorben Komposit CNT.....	103
Gambar C.19 Grafik Kinetika Adsorpsi Pseudo Orde Dua pada Konsentrasi Awal 100 ppm Menggunakan Adsorben Komposit CNT.....	104
Gambar C.20 Grafik Perbandingan Model Pseudo Orde Satu dan Dua dengan Data Percobaan pada Konsentrasi Awal 100 ppm Menggunakan Adsorben Komposit CNT	104
Gambar C.21 Grafik Fitting Isotermal Langmuir untuk Adsorben Karbon Aktif pada Variasi Konsentrasi Awal	105
Gambar C.22 Grafik Fitting Isotermal Freundlich untuk Adsorben Karbon Aktif pada Variasi Konsentrasi Awal	105
Gambar C.23 Grafik Fitting Isotermal Temkin untuk Adsorben Karbon Aktif pada Variasi Konsentrasi Awal	106
Gambar C.24 Grafik Kinetika Adsorpsi Pseudo Orde Satu pada Konsentrasi Awal 60 ppm Menggunakan Adsorben Karbon Aktif.....	106
Gambar C.25 Grafik Kinetika Adsorpsi Pseudo Orde Dua pada Konsentrasi Awal 60 ppm Menggunakan Adsorben Karbon Aktif.....	107
Gambar C.26 Grafik Perbandingan Model Pseudo Orde Satu dan Dua dengan Data Percobaan pada Konsentrasi Awal 60 ppm Menggunakan Adsorben Karbon Aktif.....	107
Gambar C.27 Grafik Kinetika Adsorpsi Pseudo Orde Satu pada Konsentrasi Awal 70 ppm Menggunakan Adsorben Karbon Aktif.....	108

Gambar C.28 Grafik Kinetika Adsorpsi Pseudo Orde Dua pada Konsentrasi Awal 70 ppm Menggunakan Adsorben Karbon Aktif.....	108
Gambar C.29 Grafik Perbandingan Model Pseudo Orde Satu dan Dua dengan Data Percobaan pada Konsentrasi Awal 70 ppm Menggunakan Adsorben Karbon Aktif.....	109
Gambar C.30 Grafik Kinetika Adsorpsi Pseudo Orde Satu pada Konsentrasi Awal 80 ppm Menggunakan Adsorben Karbon Aktif.....	109
Gambar C.31 Grafik Kinetika Adsorpsi Pseudo Orde Dua pada Konsentrasi Awal 80 ppm Menggunakan Adsorben Karbon Aktif.....	110
Gambar C.32 Grafik Perbandingan Model Pseudo Orde Satu dan Dua dengan Data Percobaan pada Konsentrasi Awal 80 ppm Menggunakan Adsorben Karbon Aktif.....	110
Gambar C.33 Grafik Kinetika Adsorpsi Pseudo Orde Satu pada Konsentrasi Awal 90 ppm Menggunakan Adsorben Karbon Aktif.....	111
Gambar C.34 Grafik Kinetika Adsorpsi Pseudo Orde Dua pada Konsentrasi Awal 90 ppm Menggunakan Adsorben Karbon Aktif.....	111
Gambar C.35 Grafik Perbandingan Model Pseudo Orde Satu dan Dua dengan Data Percobaan pada Konsentrasi Awal 90 ppm Menggunakan Adosrben Karbon Aktif.....	112
Gambar C.36 Grafik Kinetika Adsorpsi Pseudo Orde Satu pada Konsentrasi Awal 100 ppm Menggunakan Adsorben Karbon Aktif.....	112
Gambar C.37 Grafik Kinetika Adsorpsi Pseudo Orde Dua pada Konsentrasi Awal 100 ppm Menggunakan Adsorben Karbon Aktif.....	113
Gambar C.38 Grafik Perbandingan Model Pseudo Orde Satu dan Dua dengan Data Percobaan pada Konsentrasi Awal 100 ppm Menggunakan Adsorben Karbon Aktif.....	113
Gambar C.39 Grafik Kinetika Adsorpsi Pseudo Orde Satu pada pH 2 Menggunakan Adsorben Komposit CNT	114
Gambar C.40 Grafik Kinetika Adsorpsi Pseudo Orde Dua pada pH 2 Menggunakan Adsorben Komposit CNT	114
Gambar C.41 Grafik Perbandingan Model Pseudo Orde Satu dan Dua dengan Data Percobaan pada pH 2 Menggunakan Adsorben Komposit CNT	115
Gambar C.42 Grafik Kinetika Adsorpsi Pseudo Orde Satu pada pH 6 Menggunakan Adsorben Komposit CNT	115
Gambar C.43 Grafik Kinetika Adsorpsi Pseudo Orde Dua pada pH 6 Menggunakan Adsorben Komposit CNT	116
Gambar C.44 Grafik Perbandingan Model Pseudo Orde Satu dan Dua dengan Data Percobaan pada pH 6 Menggunakan Adsorben Komposit CNT	116
Gambar C.45 Grafik Kinetika Adsorpsi Pseudo Orde Satu pada pH 9 Menggunakan Adsorben Komposit CNT	117
Gambar C.46 Grafik Kinetika Adsorpsi Pseudo Orde Dua pada pH 9 Menggunakan Adsorben Komposit CNT	117
Gambar C.47 Grafik Perbandingan Model Pseudo Orde Satu dan Dua dengan Data Percobaan pada pH 9 Menggunakan Adsorben Komposit CNT	118
Gambar C.48 Grafik Kinetika Adsorpsi Pseudo Orde Satu pada Variasi Massa Adsorben 30 mg Menggunakan Adsorben Komposit CNT.....	118
Gambar C.49 Grafik Kinetika Adsorpsi Pseudo Orde Dua pada Variasi Massa Adsorben 30 mg Menggunakan Adsorben Komposit CNT.....	119
Gambar C.50 Grafik Perbandingan Model Pseudo Orde Satu dan Dua dengan Data Percobaan pada Variasi Massa Adsorben 30 mg Menggunakan Adsorben Komposit CNT.....	119
Gambar C.51 Grafik Kinetika Adsorpsi Pseudo Orde Satu pada Variasi Massa Adsorben 60 mg Menggunakan Adsorben Komposit CNT.....	120

Gambar C.52 Grafik Kinetika Adsorpsi Pseudo Orde Dua pada Variasi Massa Adsorben 60 mg Menggunakan Adsorben Komposit CNT	120
Gambar C.53 Grafik Perbandingan Model Pseudo Orde Satu dan Dua dengan Data Percobaan pada Variasi Massa Adsorben 60 mg Menggunakan Adsorben Komposit CNT	121
Gambar C.54 Grafik Kinetika Adsorpsi Pseudo Orde Satu pada Variasi Massa Adsorben 90 mg Menggunakan Adsorben Komposit CNT	121
Gambar C.55 Grafik Kinetika Adsorpsi Pseudo Orde Dua pada Variasi Massa Adsorben 90 mg Menggunakan Adsorben Komposit CNT	122
Gambar C.56 Grafik Perbandingan Model Pseudo Orde Satu dan Dua dengan Data Percobaan pada Variasi Massa Adsorben 90 mg Menggunakan Adsorben Komposit CNT	122
Gambar C.57 Grafik Kinetika Adsorpsi Pseudo Orde Satu pada Suhu 25°C Menggunakan Adsorben Komposit CNT	123
Gambar C.58 Grafik Kinetika Adsorpsi Pseudo Orde Dua pada Suhu 25°C Menggunakan Adsorben Komposit CNT	123
Gambar C.59 Grafik Perbandingan Model Pseudo Orde Satu dan Dua dengan Data Percobaan pada Suhu 25°C Menggunakan Adsorben Komposit CNT	124
Gambar C.60 Grafik Kinetika Adsorpsi Pseudo Orde Satu pada Suhu 35°C Menggunakan Adsorben Komposit CNT	124
Gambar C.61 Grafik Kinetika Adsorpsi Pseudo Orde Dua pada Suhu 35°C Menggunakan Adsorben Komposit CNT	125
Gambar C.62 Grafik Perbandingan Model Pseudo Orde Satu dan Dua dengan Data Percobaan pada Suhu 35°C Menggunakan Adsorben Komposit CNT	125
Gambar C.63 Grafik Kinetika Adsorpsi Pseudo Orde Satu pada Suhu 45°C Menggunakan Adsorben Komposit CNT	126
Gambar C.64 Grafik Kinetika Adsorpsi Pseudo Orde Dua pada Suhu 45°C Menggunakan Adsorben Komposit CNT	126
Gambar C.67 Grafik Perbandingan Model Pseudo Orde Satu dan Dua dengan Data Percobaan pada Suhu 45°C Menggunakan Adsorben Komposit CNT	127



DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Adsorpsi Logam Berat Nikel (Ni^{2+}) dengan Adsorben CNT dan Karbon Aktif pada Berbagai Kondisi.....	5
Tabel 2.1 Perbandingan Adsorpsi Fisika dan Adsorpsi Kimia [17] [19].....	8
Tabel 3.1 Variasi pH Larutan Awal.....	26
Tabel 3.2 Variasi Konsentrasi Larutan Nikel (Ni^{2+}) Awal	27
Tabel 3.3 Variasi Massa Adsorben Komposit CNT	27
Tabel 3.4 Variasi Temperatur.....	27
Tabel 3.5 Rencana Kerja Penelitian	32
Tabel 4.1 Perbandingan Hasil Analisa EDS dengan Peneliti Sebelumnya.....	34
Tabel 4.2 %Removal pada Variasi pH	36
Tabel 4.3 Kinetika Adsorpsi Terhadap Variasi pH	37
Tabel 4.4 Parameter Model Adsorpsi Isotermal.....	40
Tabel 4.5 Kinetika Adsorpsi Terhadap Variasi Konsentrasi Awal.....	42
Tabel 4.6 %Removal pada Variasi Massa Adsorben.....	45
Tabel 4.7 Kinetika Adsorpsi Terhadap Variasi Massa Adsorben.....	46
Tabel 4.8 %Removal pada Variasi Temperatur.....	48
Tabel 4.9 Kinetika Adsorpsi Terhadap Variasi Massa Adsorben.....	48
Tabel 4.10 Perbandingan Komposit CNT dengan Adsorben Lain	50
Tabel B.1 Data Panjang Gelombang	64
Tabel B.2 Data Kurva Standar Ion Logam Berat Ni (II)	64
Tabel B.3 Hasil %Removal Ion Logam Berat Ni (II) dengan Adsorben Komposit CNT untuk Variasi pH	65
Tabel B.4 Hasil Pseudo Orde Satu untuk Adsorben Komposit CNT pada pH 2.....	65
Tabel B.5 Hasil Pseudo Orde Satu untuk Adsorben Komposit CNT pada pH 6.....	66
Tabel B.6 Hasil Pseudo Orde Satu untuk Adsorben Komposit CNT pada pH 9.....	66
Tabel B.7 Hasil Parameter Pseudo Orde Satu untuk Komposit CNT pada Variasi pH.....	67
Tabel B.8 Hasil Pseudo Orde Dua untuk Adsorben Komposit CNT pada pH 2	67
Tabel B.9 Hasil Pseudo Orde Dua untuk Adsorben Komposit CNT pada pH 6	68
Tabel B.10 Hasil Pseudo Orde Dua untuk Adsorben Komposit CNT pada pH 9	68
Tabel B.11 Hasil Parameter Pseudo Orde Dua untuk Adsorben Komposit CNT pada Variasi pH	69
Tabel B.12 Hasil %Removal Ion Logam Berat Ni (II) dengan Adsorben Komposit CNT untuk Variasi Konsentrasi Awal.....	69
Tabel B.13 Hasil Antara Isotermal Langmuir untuk Adsorben Komposit CNT	69
Tabel B.14 Hasil Parameter Langmuir untuk Adsorben Komposit CNT.....	70
Tabel B.15 Hasil Antara Isotermal Freundlich untuk Adsorben Komposit CNT	70
Tabel B.16 Hasil Parameter Isotermal Freundlich untuk Adsorben Komposit CNT	70
Tabel B.17 Hasil Antara Isotermal Temkin untuk Adsorben Komposit CNT	70
Tabel B.18 Hasil Parameter Isotermal Temkin untuk Adsorben Komposit CNT	71
Tabel B.19 Hasil Pseudo Orde Satu untuk Adsorben Komposit CNT pada Konsentrasi 60 ppm ..	71
Tabel B.20 Hasil Pseudo Orde Satu untuk Adsorben Komposit CNT pada Konsentrasi 70 ppm ..	72
Tabel B.21 Hasil Pseudo Orde Satu untuk Adsorben Komposit CNT pada Konsentrasi 80 ppm ..	72
Tabel B.22 Hasil Pseudo Orde Satu untuk Adsorben Komposit CNT pada Konsentrasi 90 ppm ..	73
Tabel B.23 Hasil Pseudo Orde Satu untuk Adsorben Komposit CNT pada Konsentrasi 100 ppm ..	73
Tabel B.24 Hasil Parameter Pseudo Orde Satu untuk Adsorben Komposit CNT pada Variasi Konsentrasi Awal.....	74

Tabel B.25 Hasil Pseudo Orde Dua untuk Adsorben Komposit CNT pada Konsentrasi 60 ppm ...	74
Tabel B.26 Hasil Pseudo Orde Dua untuk Adsorben Komposit CNT pada Konsentrasi 70 ppm ...	75
Tabel B.27 Hasil Pseudo Orde Dua untuk Adsorben Komposit CNT pada Konsentrasi 80 ppm ...	75
Tabel B.28 Hasil Pseudo Orde Dua untuk Adsorben Komposit CNT pada Konsentrasi 90 ppm ...	76
Tabel B.29 Hasil Pseudo Orde Dua untuk Adsorben Komposit CNT pada Konsentrasi 100 ppm ...	76
Tabel B.30 Hasil Parameter Pseudo Orde Dua untuk Adsorben Komposit CNT pada Variasi Konsentrasi Awal	77
Tabel B.31 Hasil %Removal Ion Logam Berat Ni (II) dengan Adsorben Karbon Aktif untuk Variasi Konsentrasi Awal	77
Tabel B.32 Hasil Antara Isotermal Langmuir untuk Adsorben Karbon Aktif	78
Tabel B.33 Hasil Parameter Langmuir untuk Adsorben Karbon Aktif	78
Tabel B.34 Hasil Antara Isotermal Freundlich untuk Adsorben Karbon Aktif	78
Tabel B.35 Hasil Parameter Isotermal Freundlich untuk Adsorben Karbon Aktif	78
Tabel B.36 Hasil Antara Isotermal Temkin untuk Adsorben Karbon Aktif	79
Tabel B.37 Hasil Parameter Isotermal Temkin untuk Adsorben Karbon Aktif	79
Tabel B.38 Hasil Pseudo Orde Satu untuk Adsorben Karbon Aktif pada Konsentrasi 60 ppm	79
Tabel B.39 Hasil Pseudo Orde Satu untuk Adsorben Karbon Aktif pada Konsentrasi 70 ppm	80
Tabel B.40 Hasil Pseudo Orde Satu untuk Adsorben Karbon Aktif pada Konsentrasi 80 ppm	80
Tabel B.41 Hasil Pseudo Orde Satu untuk Adsorben Karbon Aktif pada Konsentrasi 90 ppm	81
Tabel B.42 Hasil Pseudo Orde Satu untuk Adsorben Karbon Aktif pada Konsentrasi 100 ppm	81
Tabel B.43 Hasil Parameter Pseudo Orde Satu untuk Adsorben Karbon Aktif pada Variasi Konsentrasi Awal	82
Tabel B.44 Hasil Pseudo Orde Dua untuk Adsorben Karbon Aktif pada Konsentrasi 60 ppm	82
Tabel B.45 Hasil Pseudo Orde Dua untuk Adsorben Karbon Aktif pada Konsentrasi 70 ppm	83
Tabel B.46 Hasil Pseudo Orde Dua untuk Adsorben Karbon Aktif pada Konsentrasi 80 ppm	83
Tabel B.47 Hasil Pseudo Orde Dua untuk Adsorben Karbon Aktif pada Konsentrasi 90 ppm	84
Tabel B.48 Hasil Pseudo Orde Dua untuk Adsorben Karbon Aktif pada Konsentrasi 100 ppm	84
Tabel B.49 Hasil Parameter Pseudo Orde Dua untuk Adsorben Karbon Aktif pada Variasi Konsentrasi Awal	85
Tabel B.50 Hasil %Removal Ion Logam Berat Ni (II) dengan Adsorben Komposit CNT untuk Variasi Temperatur	85
Tabel B.51 Hasil Pseudo Orde Satu untuk Adsorben Komposit CNT pada Suhu 25°C	86
Tabel B.52 Hasil Pseudo Orde Satu untuk Adsorben Komposit CNT pada Suhu 35°C	86
Tabel B.53 Hasil Pseudo Orde Satu untuk Adsorben Komposit CNT pada Suhu 45°C	87
Tabel B.54 Hasil Parameter Pseudo Orde Satu untuk Adsorben Komposit CNT pada Variasi Temperatur	87
Tabel B.55 Hasil Pseudo Orde Dua untuk Adsorben Komposit CNT pada Suhu 25°C	88
Tabel B.56 Hasil Pseudo Orde Dua untuk Adsorben Komposit CNT pada Suhu 35°C	88
Tabel B.57 Hasil Pseudo Orde Dua untuk Adsorben Komposit CNT pada Suhu 45°C	89
Tabel B.58 Hasil Parameter Pseudo Orde Dua untuk Adsorben Komposit CNT pada Variasi Temperatur	89
Tabel B.59 Hasil %Removal Ion Logam Ni (II) dengan Adsorben Komposit CNT untuk Variasi Massa Adsorben	90
Tabel B.60 Hasil Pseudo Orde Satu untuk Adsorben Komposit CNT pada Variasi Massa 30 mg	90
Tabel B.61 Hasil Pseudo Orde Satu untuk Adsorben Komposit CNT pada Variasi Massa 60 mg	91
Tabel B.62 Hasil Pseudo Orde Satu untuk Adsorben Komposit CNT pada Variasi Massa 90 mg	91

Tabel B.63 Hasil Parameter Pseudo Orde Satu untuk Adsorben Komposit CNT pada Variasi Massa Adsorben	92
Tabel B.64 Hasil Pseudo Orde Dua untuk Adsorben Komposit CNT pada Variasi Massa 30 mg .	92
Tabel B.65 Hasil Pseudo Orde Dua untuk Adsorben Komposit CNT pada Variasi Massa 60 mg .	93
Tabel B.66 Hasil Pseudo Orde Dua untuk Adsorben Komposit CNT pada Variasi Massa 90 mg .	93
Tabel B.67 Hasil Parameter Pseudo Orde Dua untuk Adsorben Komposit CNT pada Variasi Massa Adsorben	94



DAFTAR SIMBOL

β	= panas sorpsi pada isoterm Temkin, J/mol
b	= konstanta Temkin yang berhubungan dengan panas sorpsi
Ce	= konsentrasi Ni(II) saat kesetimbangan, g/L
Co	= konsentrasi Ni(II) saat mula-mula, g/L
Ct	= konsentrasi Ni(II) saat waktu tertentu, g/L
E	= panas yang dihasilkan adsorpsi, J/mol
k ₁	= konstanta laju kesetimbangan <i>pseudo orde</i> pertama, 1/menit
k ₂	= konstanta laju kesetimbangan <i>pseudo orde</i> kedua, g adsorben/mg Ni ²⁺ .mnt
Ka	= konstanta Langmuir yang berhubungan dengan kapasitas adsorpsi, L/mg
Kf	= konstanta isoterm Freundlich, mg Ni ²⁺ /g adsorben
n	= intensitas adsorpsi
qe	= kapasitas adsorpsi saat kesetimbangan,
qt	= kapasitas adsorpsi saat waktu tertentu,
qm	= kapasitas maksimum adsorben, mg Ni ²⁺ /g adsorben
R	= konstanta, (=8,314 J/mol K)
V	= Volume larutan, L
W	= Massa adsorben, g

KATA PENGANTAR



Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan anugerah-Nya, sehingga laporan penelitian yang berjudul “Adsorpsi Limbah Logam Berat Nikel (Ni^{2+}) Dengan Menggunakan Komposit Nano Karbon” dapat diselesaikan dengan baik dan tepat pada waktunya. Laporan penelitian ini disusun untuk memenuhi tugas akhir untuk mencapai gelar sarjana Strata – 1 Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung.

Dalam penyusunan laporan ini, penulis banyak mendapat bimbingan, pengarahan, dukungan, dan bantuan informasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang turut membantu dan mendukung dalam menyusun laporan proposal / penelitian, terutama kepada:

1. Arenst Andreas, S.T., S.Si., MSc., Ph.D. dan Hans Kristianto, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, serta saran selama penyusunan laporan penelitian ini.
2. Orang tua dan keluarga yang setia memberikan dukungan dan doa serta motivasi baik secara moril maupun materiil.
3. Teman dan sahabat yang telah memberi masukan, dukungan dan semangat kepada penulis.
4. Semua pihak yang telah turut membantu dalam penyusunan laporan penelitian ini baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam penyusunan proposal penelitian ini karena keterbatasan kemampuan dan pengetahuan penulis. Dengan demikian, penulis mengharapkan adanya kritik dan saran sebagai bahan perbaikan dalam penyusunan laporan berikutnya. Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih atas perhatian pembaca

Bandung, 3 Agustus 2018

Penulis



INTISARI

Limbah industri banyak mengandung logam berat. Limbah logam berat tersebut jika kandungan logam berat nya melebihi ambang batas akan mencemari lingkungan dan membahayakan manusia. Salah satu logam berat yang banyak dihasilkan dalam limbah industri, khususnya industri *electroplating* adalah nikel. Pengolahan limbah logam berat dalam air yang paling sederhana, ekonomis, efisien, dan efektif dilakukan adalah dengan adsorpsi. Adsorben yang digunakan dalam proses adsorpsi ini adalah komposit CNT. Komposit CNT akan disintesis dari minyak goreng kelapa sawit dengan metode *nebulized spray pyrolysis* dengan kondisi temperature 850°C dan konsentrasi katalis *ferrocene* sebesar 0,015 g/mL. Material CNT dideposisi langsung pada dinding tabung/ reaktor stainless steel.

Komposit CNT yang dihasilkan digunakan untuk menyerap ion logam berat Ni(II) dalam air dengan variasi konsentrasi awal Ni(II) (60 – 100 ppm), pH (2, 6, dan 9), jumlah adsorben (30,60, dan 90 mg), dan temperatur (25, 35, 45°C) untuk memperoleh kondisi terbaik. Kandungan logam berat Ni(II) dalam air dianalisa menggunakan spektrofotometer UV-Vis dengan menggunakan pengompleks dimetilglioksim (dmgH_2) yang membentuk $[\text{Ni}(\text{dmgH})_2]$ dan menghasilkan warna merah bata. Hasil penelitian ini diperoleh pada pH optimum 6 dengan *%removal* sebesar 55,658%, modal isothermal adsorpsi yang paling sesuai pada penelitian ini adalah model isothermal Langmuir dengan kapasitas adsorpsi (q_m) sebesar 50,25 mg logam Ni^{2+} /g adsorben, dan model kinetika adsorpsi model yang paling sesuai untuk data penelitian ini adalah merupakan *pseudo orde 2*.

Kata kunci: logam berat, adsorpsi, komposit CNT, Ni(II), *nebulized spray pyrolysis*



ABSTRACT

Industrial waste contains heavy metals. If the heavy metal content exceeds the permissible limit, it will pollute the environment and harm human beings. One of the heavy metals produced in industrial waste, especially the electroplating industry is nickel. The most simple, economical, efficient, and effective effluent treatment of heavy metals in wastewater is by adsorption. The adsorbent used in the adsorption process is a CNT composite. CNT composite will be synthesized from palm cooking oil with nebulized spray pyrolysis method in temperature condition of 850°C and ferrocene catalyst concentration of 0,015 g / mL. CNT material then is positioned directly on the wall of the tube / stainless steel reactor.

The resulting CNT composite is used to absorb heavy metal ions Ni(II) in water with variations in initial concentrations of Ni(II) (60-100 ppm), pH (2, 6, and 9), the amount of adsorbent (30, 60 and 90 mg), and temperature (25, 35, 45°C) to obtain the best conditions. The heavy metal content of Ni(II) in water was analyzed using a UV-Vis spectrophotometer using the dimethylglyoxime (dmgH₂) complex which formed [Ni(dmgH)₂] and produced a brick red color. This study obtained a result at optimum pH 6 with % removal of 55,658%, the most suitable adsorption isothermal model in this study was Langmuir isothermal model with adsorption capacity (qm) of 50,25 mg metal Ni²⁺/g adsorbent, and model of kinetics adsorption model for this research data is pseudo orde 2.

Keywords: heavy metal, adsorption, CNT composite, Ni(II), nebulized spray pyrolysis



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu dari 10 negara penghasil Nikel terbesar di dunia yaitu dengan memproduksi 170.000 ton metrik setiap tahunnya [1]. Nikel berasal dari limbah kilang perak, *electroplating*, industri baterai, dan *zinc base casting* [2]. Banyaknya kegiatan pertambangan dapat menyebabkan pencemaran khususnya pencemaran air karena limbah yang dihasilkan mengandung logam berat dan salah satunya adalah Ni^{2+}

Kadar logam Ni^{2+} dalam limbah yang akan dibuang tidak boleh melewati batas toleran yang diperbolehkan oleh regulasi pemerintah. Kadar maksimum Ni^{2+} dalam limbah industri *electroplating* adalah sebesar 1 ppm [3]. Kandungan Ni^{2+} yang melebihi ambang batas dalam tubuh manusia akan menyebabkan nyeri dada, muntah – muntah, sakit kepala, mual, dermatitis, kanker paru – paru, dan kanker tulang [2]. Maka dari itu, limbah yang akan dibuang harus diolah sehingga kadar logam beratnya tidak melebihi batas toleran yang diperbolehkan. Beberapa metode yang telah digunakan untuk menghilangkan kandungan logam berat adalah presipitasi kimia, pertukaran ion, *reverse osmosis*, elektrodialisis, koagulasi, flokulasi, filtrasi membran, dan adsorpsi [2].

Adsorpsi merupakan metode pengolahan air limbah tersier yang paling sederhana, ekonomis, efektif, dan serbaguna untuk menghilangkan kontaminan yang beracun dari limbah air [2]. Zat yang digunakan dalam adsorpsi disebut adsorben. Adsorben yang digunakan harus memiliki beberapa kriteria, seperti luas permukaan internal dan volume pori internal yang besar, mudah diregenerasi, memiliki kapasitas adsorpsi yang besar, mudah diregenerasi, dan harga bahan baku yang rendah [4]. Adsorben yang biasanya digunakan adalah karbon aktif, namun sekarang ini adsorben yang digunakan pada proses adsorpsi adalah CNT.

Penggunaan karbon aktif dalam pengolahan air mempunyai kelemahan yaitu kinetika adsorpsi yang lambat dan sulit untuk diregenerasi. CNT telah diuji dan ditemukan lebih efisien dibanding karbon aktif, selain itu juga mempunyai kapasitas adsorpsi yang lebih besar daripada karbon aktif [5]. Pada adsorpsi menggunakan CNT, tempat terjadinya adsorpsi dapat terjadi baik di lapisan dalam maupun lapisan luar permukaan CNT [6]. Namun harga CNT komersial sangat mahal, yaitu sekitar \$ 185 per gramnya. [7] Mahalnya harga CNT ini dikarenakan masih sulitnya mensintesis CNT secara massal, proses sintesis CNT kompleks, dan bahan baku untuk sintesis CNT sebagian besar merupakan senyawa toksik [8] Karena itu, komposit CNT akan disintesis dari minyak goreng kelapa sawit dengan menggunakan metode *nebulized spray pyrolysis* (NSP). Pemilihan metode ini dikarenakan metode NSP adalah salah satu metode yang aman digunakan karena beroperasi pada temperatur yang relatif rendah dan pada tekanan atmosferik. Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh [9] telah melakukan sintesis komposit CNT tetapi digunakan sebagai superkapasitor, pada penelitian ini komposit CNT yang disintesis akan digunakan sebagai adsorben. Kondisi optimum sintesis komposit CNT yang didapatkan dari penelitian yang dilakukan oleh [9] adalah temperatur operasi 850°C, konsentrasi katalis 0.015 g/mL, waktu operasi 30 menit, dan laju alir gas inert 1.21 sccm.

Pada penelitian ini akan digunakan komposit CNT yang akan disintesis dengan metode *nebulized spray pyrolysis* sebagai adsorben logam berat nikel (Ni^{2+}) dan dipelajari lebih lanjut mengenai kinerja komposit CNT yang dapat dilihat dari % removal, kapasitas adsorpsi, dan kinetika adsorpsi.

1.2 Tema Sentral Masalah

Melakukan pengujian kinerja adsorben komposit CNT yang dibuat dengan penambahan katalis *ferrocene* sebesar 0,015 gr/ml pada suhu operasi 850°C dan akan digunakan sebagai adsorben untuk proses adsorpsi logam Ni(II) dengan berbagai variasi, seperti : pH, temperatur, konsentrasi awal logam, dan massa adsorben adsorben.

1.3 Identifikasi Masalah

1. Bagaimana kinerja adsorben komposit CNT ini dalam mengadsorpsi ion logam berat Ni(II)?
2. Bagaimana pengaruh pH larutan awal, massa adsorben, temperatur, dan konsentrasi awal ion logam berat Ni(II) dalam larutan terhadap kinerja adsorpsi dengan adsorben komposit CNT?
3. Berapa kapasitas adsorpsi maksimum dari adsorben komposit CNT pada proses adsorpsi larutan ion logam berat Ni(II)?
4. Bagaimana kinetika adsorpsi larutan logam berat nikel menggunakan komposit CNT?
5. Isotermal adsorpsi manakah yang mewakili kesetimbangan adsorpsi ion logam berat Ni(II) menggunakan komposit CNT?

1.4 Hipotesis

1. Semakin besar massa adsorben maka semakin banyak adsorbat yang dapat teradsorpsi
2. Kapasitas adsorpsi ion logam berat Ni(II) dipengaruhi oleh pH larutan, dimana terdapat pH optimum yang menghasilkan kapasitas adsorpsi paling besar
3. Kapasitas adsorpsi dipengaruhi oleh konsentrasi awal ion logam berat Ni(II), dimana semakin rendah konsentrasi awal ion logam, maka semakin tinggi jumlah ion logam yang terserap
4. Kinetika yang menjelaskan adsorpsi adalah pseudo orde 2
5. Persamaan isotermal yang mewakili kondisi adsorpsi adalah isotherm Langmuir

1.5 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui kinerja adsorben komposit CNT dalam mengadsorpsi ion berat Ni(II)
2. Mengetahui pengaruh variasi seperti pH, konsentrasi awal, temperatur, dan massa adsorben pada adsorpsi ion logam berat Ni(II) menggunakan komposit CNT
3. Mengetahui kapasitas maksimum yang dapat dihasilkan komposit CNT dalam proses adsorpsi ion logam berat Ni(II)
4. Mengetahui kinetika adsorpsi yang menjelaskan adsorpsi logam kromium menggunakan komposit CNT
5. Mengetahui persamaan isotherm yang tepat untuk mewakili kondisi adsorpsi menggunakan komposit CNT

1.6 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan manfaat dan dampak baik bagi peneliti maupun bagi masyarakat luas, seperti:

1. Bagi ilmuwan

- Mampu mengetahui bahwa logam berat nikel (Ni^{2+}) dapat dihilangkan melalui adsorpsi menggunakan adsorben komposit CNT serta mengetahui pengaruh pH, jumlah adsorben, dan konsentrasi awal larutan logam berat terhadap proses adsorpsi.
- Mampu mengetahui proses sintesis komposit CNT dengan metode *nebulized spray pyrolysis* dari minyak goreng kelapa sawit.

2. Bagi dunia industri

- Mampu memberikan metode alternatif bagi industri khususnya di Indonesia, bahwa limbah yang mengandung logam berat khususnya logam berat nikel dapat diolah melalui proses adsorpsi yang efektif dan efisien, serta ekonomis.

3. Bagi ilmu pengetahuan dan teknologi

- Mampu menambah wawasan dan pengetahuan mengenai pemanfaatan komposit CNT yaitu dapat digunakan untuk menghilangkan kandungan logam berat dalam air.

1.7 Premis

Tabel 1.1 Adsorpsi Logam Berat Nikel (Ni^{2+}) dengan Adsorben CNT dan Karbon Aktif pada Berbagai Kondisi

Jenis Adsorben	Kondisi Adsorpsi				Kapasitas Adsorpsi Maksimum (mg/g)	Peneliti
	Temperatur	pH	Jumlah Adsorben (g/L)	Konsentrasi Awal Nikel (Ni^{2+}) (ppm)		
<i>Oxidized</i> CNT	25°C	2 - 7	0.2	10 - 200	49.261	[5]
<i>As - produced</i> CNT	25°C	2 - 7	0.2	10 - 200	18.08	[5]
<i>Oxidized</i> MWCNTs	60 °C	3.5 - 8	0.75	6-20	9.8	[10]
MAC - I	25 °C	2 - 7	5	25 - 250	30.769	[11]