

HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI .....	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI .....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR KODE .....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR SINGKATAN.....	xv
INTISARI.....	xvi
ABSTRACT .....	xvii
BAB I Pendahuluan .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan Penelitian .....	5
1.4 Batasan Penelitian .....	5
1.5 Manfaat Penelitian .....	6
1.6 Sistematika Penulisan.....	7
BAB II Tinjauan Pustaka dan Dasar Teori .....	8
2.1 Tinjauan Pustaka .....	8
2.2 Analisis Perbandingan Metode .....	13
2.2.1 Perbandingan Metode Pengembangan Aplikasi .....	13
2.2.2 Perbandingan <i>Platform Blockchain</i> .....	14
2.2.3 Perbandingan <i>Framework</i> Bahasa Pemrograman JavaScript Pengembangan Aplikasi <i>Front-end</i> .....	15
2.3 Dasar Teori .....	17
2.3.1 Perdagangan Emisi CO <sub>2</sub> .....	17
2.3.2 <i>Blockchain</i> .....	19
2.3.3 Penyimpanan <i>Off-Chain</i> .....	21
2.3.4 <i>Smart Contracts</i> .....	22
2.3.5 Web 3.0 .....	23
2.3.5.1 Aplikasi Terdesentralisasi .....	24
2.3.6 <i>Software Development Life Cycle</i> .....	25
2.3.6.1 Metode <i>Agile</i> .....	25
2.3.7 Metode Pengujian Aplikasi .....	26

2.3.7.1	Pengujian <i>White Box</i> .....	26
2.3.7.2	Pengujian <i>Black Box</i> .....	26
2.3.7.3	Google Lighthouse .....	26
2.3.8	Ethereum .....	27
2.3.9	Solidity .....	28
2.3.10	Metamask.....	28
2.3.11	Hardhat .....	28
2.3.12	Node.js.....	29
2.3.13	React.js .....	29
2.3.14	Pinata .....	30
2.3.15	Alchemy .....	30
2.3.16	<i>Blockchain Explorer</i> .....	30
2.3.16.1	Etherscan .....	31
BAB III	Metode Penelitian.....	32
3.1	Alat dan Bahan Tugas akhir .....	32
3.1.1	Alat Tugas akhir.....	32
3.1.2	Bahan Tugas akhir .....	33
3.2	Metode Penelitian.....	33
3.2.1	Metode Pengembangan Aplikasi .....	33
3.2.2	Pengembangan <i>Smart Contracts</i> .....	34
3.2.3	Pengembangan Tampilan Antarmuka .....	35
3.2.4	Pengembangan Integrasi Penyimpanan <i>Off-Chain</i> .....	35
3.2.5	Tokenisasi Kuota Emisi CO <sub>2</sub> .....	36
3.2.6	<i>Middleware</i> dan <i>Server</i> atau EVM Aplikasi .....	37
3.2.7	Pengujian Aplikasi .....	38
3.2.8	Peluncuran atau <i>Deployment</i> Aplikasi .....	39
3.3	Alur Tugas Akhir .....	40
3.3.1	Studi Literatur .....	41
3.3.2	Penentuan Metode Pengembangan Aplikasi.....	41
3.3.3	Pengembangan Aplikasi Web Terdesentralisasi .....	42
3.3.3.1	Analisis Kebutuhan .....	42
3.3.3.2	Arsitektur Aplikasi .....	43
3.3.4	Pengembangan <i>Smart Contracts</i> berbasis <i>Blockchain</i> Ethereum ...	53
3.3.4.1	Penentuan <i>Library</i> , <i>Constructor</i> , dan Variabel .....	53
3.3.4.2	Penentuan <i>Events</i> , <i>Modifiers</i> , dan Fungsi.....	55
3.3.5	Pengembangan Antarmuka Grafis ( <i>Front-end</i> ) .....	60
3.3.5.1	Penentuan <i>Library</i> .....	60
3.3.5.2	Pengembangan Halaman dan Komponen Aplikasi <i>Front-end</i> .....	61

3.3.6	Pengujian Aplikasi Terdesentralisasi .....	78
3.3.7	Peluncuran atau <i>Deployment</i> Aplikasi .....	78
BAB IV Hasil dan Pembahasan .....		80
4.1	Hasil Pengembangan Aplikasi Web Terdesentralisasi .....	80
4.2	Hasil Pengujian Aplikasi Web Terdesentralisasi .....	93
4.2.1	Hasil Pengujian Sistem <i>Smart Contracts</i> CarbonToken Menggunakan Pengujian <i>White Box</i> .....	93
4.2.2	Hasil Pengujian Aplikasi Terdesentralisasi Menggunakan Pengujian <i>Black Box</i> .....	96
4.2.3	Hasil Pengujian Aplikasi Terdesentralisasi Menggunakan Google Lighthouse .....	100
4.3	Analisis Hasil Pengembangan Aplikasi Web Terdesentralisasi .....	102
4.4	Perbandingan Hasil Penelitian dengan Penelitian atau Proyek Terdahulu ..	103
BAB V Kesimpulan dan Saran .....		107
5.1	Kesimpulan .....	107
5.2	Saran .....	108
DAFTAR PUSTAKA .....		109
LAMPIRAN .....		L-1
L.1	<i>Source Code</i> .....	L-1
L.1.1	<i>Source Code Smart Contracts</i> CarbonToken .....	L-1
L.1.2	<i>Source Code Route</i> Aplikasi <i>Front-end</i> .....	L-3
L.1.3	<i>Source Code Navigation Bar</i> Aplikasi <i>Front-end</i> .....	L-5
L.1.4	<i>Source Code</i> untuk <i>Deploy Smart Contracs</i> CarbonToken .....	L-7
L.1.5	<i>Github Repository</i> Aplikasi Web Terdesentralisasi .....	L-8
L.2	<i>Provider</i> Penyimpanan dan <i>Deployment</i> Aplikasi Web Terdesentralisasi ...	L-8
L.2.1	<i>Dashboard</i> Pinata sebagai Media Penyimpanan <i>Off-chain</i> berbasis IPFS .....	L-8
L.2.2	<i>Dashboard</i> Alchemy sebagai <i>Provider Deployment Smart</i> <i>Contracts</i> CarbonToken ke Jaringan Ethereum Sepolia Testnet ....	L-8
L.2.3	<i>Dashboard</i> Vercel sebagai <i>Provider Deployment</i> Aplikasi <i>Front-</i> <i>end</i> berbasis React .....	L-9
L.3	Hasil Aplikasi Web Terdesentralisasi .....	L-9
L.3.1	Tautan Aplikasi .....	L-9