

**PEMETAAN POTENSI ENERGI BARU TERBARUKAN DI AREA  
PERTAMBANGAN “X” DAN SEKITARNYA**

**TESIS**

Oleh

**WINSTON HOTMA MANATAP**

**2005190006**



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**

**PROGRAM PASCASARJANA**

**UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA**

**JAKARTA**

**2022**

**PEMETAAN POTENSI ENERGI BARU TERBARUKAN DI AREA  
PERTAMBANGAN “X” DAN SEKITARNYA**

**TESIS**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan akademik guna memperoleh gelar Sarjana  
Magister Teknik (M.T.) Pada Program Magister Teknik Pasca Sarjana  
Universitas Kristen Indonesia

Oleh

WINSTON HOTMA MANATAP

2005190006



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA  
JAKARTA  
2022**



## PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Winston Hotma Manatap  
NIM : 2005190006  
Program Studi : Magister Teknik Elektro  
Fakultas : Program Pasca Sarjana  
Judul : **Pemetaan Potensi Energi Baru Terbarukan di Area  
Pertambangan "X" dan Sekitarnya**

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulus tugas akhir yang berjudul "PEMETAAN POTENSI ENERGI BARU TERBARUKAN DI AREA PERTAMBANGAN "X: DAN SEKITARNYA" adalah :

1. Dibuat dan diselesaikan sendiri dengan menggunakan hasil kuliah, tinjauan lapangan, buku-buku dan jurnal acuan yang tertera di dalam referensi pada karya tugas akhir saya
2. Bukan merupakan duplikasi karya tulis yang sudah dipublikasi atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana di universitas lain, kecuali pada bagian –bagian sumber informasi yang dicantumkan dengan cara referensi yang semestinya.
3. Bukan merupakan karya terjemahan dari kumpulan buku atau jurnal acuan yang tertera di dalam referensi pada tugas

Kalau terbukti saya tidak memenuhi apa yang dinyatakan di atas, maka karya tugas akhir ini dianggap batal

Jakarta,  
(16 Juli 2022)

  
SEPLULUH RIBU RUPIAH  
20  
METERAI  
TEMPEL  
AEAJX922739087

Winston Hotma Manatap



**UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA  
(FAKULTAS TEKNIK)**

PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR

(PEMETAAN POTENSI ENERGI BARU TERBARUKAN  
DI AREA PERTAMBANGAN 'X' DAN SEKITARNYA)

Oleh :

Nama : Winston Hotma Manatap  
NIM : 2005190006  
Program Studi : Magister Teknik Elektro

Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan dan dipertahankan dalam sidang Tesis guna mencapai gelar Magister Teknik pada Program Studi Magister Teknik Elektro , Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia.

Jakarta (16 Juli 2022)

Pembimbing I

Prof. Atmonobudi Soebagio, Ph.d  
(8955900020)

Pembimbing II

Drs. Leonard Lisapaly, M.Si., Ph.d  
(0327046205 )

Ketua Program Studi  
Magister Teknik Elektro

Drs. Leonard Lisapaly, M.Si., Ph.d

Direktur  
Program Pasca Sarjana

Dr. Bintang R. Simbolon, M.Si





**UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA  
(FAKULTAS TEKNIK)**

**PERSETUJUAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR**

Pada 16 Juli 2022 telah diselenggarakan Sidang Tesis untuk memenuhi sebagian persyaratan akademik guna memperoleh gelar Magister Teknik Strata dua pada Program Studi Magister Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia, atas nama :

Nama : Winston Hotma Manatap  
NPM : 2005190006  
Program Studi : Magister Teknik Elektro  
Fakultas : Program Pasca Sarjana

Termasuk ujian Tugas Akhir yang berjudul "PEMETAAN POTENSI ENERGI BARU TERBARUKAN DI AREA PERTAMBANGAN 'X' DAN SEKITARNYA" oleh tim penguji yang terdiri dari :

Nama Penguji	Jabatan dalam Tim Penguji	Tanda Tangan
1. Prof. Atmonobudi S, MSEE., Ph.D	, Sebagai Ketua	
2. Drs. Leonard Lisapaly, M.Si., Ph.D	, Sebagai Anggota	
3. Dr. Togar Harapan Pangaribuan, M.T.	, Sebagai Anggota	

Jakarta, 16 Juli 2022



## Pernyataan dan Persetujuan Publikasi Tugas Akhir

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Winston Hotma Manatap  
NIM : 2005190006  
Fakultas : Program Pasca Sarjana  
Program Studi : Magister Teknik Elektro  
Jenis Tugas Akhir : Tesis  
Judul : Pemetaan Potensi Energi Baru Terbarukan di Area Pertambangan  
"X" dan Sckitanya

Menyatakan bahwa :

1. Tugas akhir tersebut adalah benar karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan bukan merupakan duplikasi karya tulis yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar akademik di perguruan tinggi manapun ;
2. Tugas akhir tersebut bukan merupakan plagiat dari hasil karya pihak lain, dan apabila saya mengutip dari karya orang lain maka akan dicantumkan sebagai refrensi sesuai dengan ketentuan yang berlaku ;
3. Saya memberikan Hak Noneksklusif Tanpa Royalti kepada Universitas Kristen Indonesia yang berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan Tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilih hak cipta

Apabila di kemudian hari ditemukan pelanggaran Hak Cipta dan kekayaan intelektual atau Peraturan Perundang-undangan Republik Indonesia lainnya dan integritas akademik dalam karya tersebut, maka saya bersedia menanggung secara pribadi segala bentuk tuntutan hukum dan sanksi akademis yang timbul serta membebaskan Universitas Kristen Indonesia dari segala tuntutan hukum yang berlaku.

Dibuat di Jakarta

16 Juli 2022

  
  
Winston Hotma Manatap



## KATAPENGANTAR


Puji dan syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yesus Kristus, karena atas kasih dan karunianya penulis dapat menyelesaikan karya tulis tesis ini. Pada kesempatan ini izinkan penulis berterima kasih kepada para pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tesis ini, antara lain:

1. Dr. Dhaniswara K. Harjono, S.H.,M.H.,MBA, selaku Rektor Universitas Kristen Indonesia.
2. Dr. Bintang R. Simbolon, M.Si, selaku Direktur Program Pasca Sarjana
3. Drs. Leonard Lisapaly, M.Si., Ph.d., selaku Ketua Program Studi Magister Teknik Elektro
4. Prof. Atmonobudi Soebagio, Ph.d , Drs. Leonard Lisapaly, M.Si., Ph.d. selaku pembimbing dan Dr.Togar H Pangaribuan M.T. selaku penguji yang di tengah kesibukannya telah mengorbankan waktu dan berkenan memberikan saran dan perbaikan terhadap pembuatan tesis ini.
5. Seluruh dosen atau pengajar pada Program Studi Magister Teknik Elektro yang telah berbagi pengetahuan dan pengalaman dalam mata perkuliahan masing-masing.
6. Seluruh Karyawan pada Program Studi Magister Teknik Elektro yang telah membantu Penulis dalam hal-hal administratif
7. Kepada Orang tua (Alm.Bapak dan Mamak) yang mengingatkan, mendoakan dan mendukung anaknya untuk melanjutkan pendidikan. kepada bapak yang sudah di Surga, mohon maaf tidak sempat mengucapkan terima kasih langsung atas dukungan yang telah diberikan, hanya melalui kata pengantar dan doa aku hanturkan rasa terima kasih .
8. Kepada seluruh saudara ku atas dukungannya, Bang Bobi, Kak Novi, Bang Togi, Kak Nora, Lae Alfino, Kak Tiur, ponakanku yang memberikan inspirasi untuk semangat dalam belajar (William, Wilma, Abeth, Elka, Winner dan Wilbert) serta seluruh keluarga besar Opung Abidan dan Opung Sondang yang turut memebri support nya
9. Kepada seluruh Pimpinan dan segenap Keluarga Besar Balangan Coal Companies (Adaro Mining) yang mendukung Penulis dalam pemberian ijin tempat, peminjaman alat dan kebutuhan data lainnya dalam rangka penyusunan Tesis ini.

10. Kepada MTE Angkatan 2020 yang selalu saling mendukung selama menempuh pendidikan di Program Magister ; Om Berto, Pak Dian, Pak Firmandus, Pak Dedi serta terkhusus Pak Rikmanto yang saling support dalam pembuatan tesis ini.
11. Kepada semua orang yang telah berperan dalam membantu dan mensupport selama penyelesaian laporan tesis ini : Adi, Asthofi, Arindra, Dewii, Elister, Faiz, Fina, Kevin, Kronika, Majida, Om Ari Kalelo, Najib, Ranski, San dan semua pihak yang telah turut membantu dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini, yang tidak bisa penulis sebutkan semuanya satu persatu

Penulis menyadari bahwa tesis ini jauh dari sempurna, oleh karena itu dengan segala kerendahan hati penulis pun berharap adanya saran atau masukan demi perbaikan tesis ini. Akhirnya Penulis berharap tesis ini dapat bermanfaat bagi para pembaca untuk menambah khazanah pengetahuan khususnya pada bidang Teknik Elektro di dunia Pertambangan Indonesia.

Paringin ,16 Juli 2022



Winston Hotma Manatap



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN DOSEN PEMBMBING</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN TIM PENGUJI</b>	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN PUBLIKASI</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR DAN FOTO</b>	<b>x</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>xii</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.</b>	
1.1 Latar Belakang Penelitian	1
1.2 Identifikasi Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Perumusan Masalah	2
1.5 Tujuan Penelitian	3
1.6 Manfaat Penelitian	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 State of The Art	4
2.2 Peta jalan Penelitian	5
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Gap Analisis	7
3.2 Proses Penelitian	7
3.2.1 Pengumpulan data	9

3.2.2 Teknik Analisis data	11
3.2.3 Sintesa	14
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN</b>	
4.1 Potensi dari Tenaga Air	17
4.1.1 Identifikasi dan Pengumpulan Data	18
4.1.2 Analisis dan Pengolahan Potensi Energi dari Tenaga Air.	20
4.1.3 Skoring Matriks dan Peta Potensi dari Tenaga Air.	23
4.2 Potensi dari Tenaga Surya	24
4.2.1 Identifikasi dan Pengumpulan Data	27
4.2.2 Analisis dan Pengolahan Peta Isoline Energi dari Tenaga Surya	30
4.2.3 Skoring Matriks dan Peta Potensi dari Tenaga Surya.	34
4.3 Potensi dari Tenaga Angin	39
4.3.1 Pengolahan data dan lokasi	42
4.3.2 Analisis dan Pengolahan Peta Isoline Energi dari Tenaga Surya	45
4.3.3 Skoring Matriks dan Peta Potensi dari Tenaga Angin.	46
<b>BAB V PENUTUP</b>	
5.1 Kesimpulan	52
5.2 Saran	53
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>54</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. State of The Art	4
Tabel 3.1. Tabel proses pengumpulan data	9
Tabel 3.2 Skoring matriks potensi energi terbarukan di area pertambangan “x” dan sekitarnya	16
Tabel 4.1. Klasifikasi pembangkit listrik berdasarkan dayanya	17
Tabel 4.2 Potensi Tenaga Air per Wilayah/ Provinsi di Indonesia	18
Tabel 4.3 Pengambilan data lapangan lokasi sumber energi tenaga air	19
Tabel. 4.4 Pengambilan data lapangan lokasi sumber energi tenaga air	21
Tabel 4.5 Potensi daya dari sumber tenaga air di area pertambangan “x”	22
Tabel 4.6 Energi dihasilkan per hari sumber tenaga air di area pertambangan “x”	22
Tabel 4.7 Skoring matriks potensi dari tenaga air di area pertambangan “x”	23
Tabel 4.8 Rangkuman Potensial Solar PV per Provinsi di Indonesia	26
Tabel 4.9 Profile Direct Normal Irradiation (Wh/m <sup>2</sup> ) profil rata rata per jam dalam satu tahun pada area penelitian dari data Global Solar Atlas	27
Tabel 4.10 Potensi energi (KWh/m <sup>2</sup> /day) pada setiap lokasi pengambilan data sumber Global Solar Atlas metode DNI	28
Tabel 4.11 Data luxmeter dengan daya per periode waktu	31
Tabel 4.12 Data energi per hari Tenaga Surya di Area Tambang “X” dan sekitarnya	33
Tabel 4.13 Skoring Matriks dari potensi tenaga surya di area tambang “X”	37
Tabel 4.14 Kelas angin berdasarkan kecepatan dengan ketinggian 10 meter	40
Tabel 4.15 Potensi tenaga angin per Provinsi di Indonesia	41
Tabel 4.16 Potensi daya (watt/m <sup>2</sup> ) pada setiap lokasi sumber <i>global wind atlas</i>	44
Tabel 4.17 Energi (KWh/m/day) pada setiap lokasi pengambilan data	45
Tabel 4 18 Skoring Matriks Tenaga Angin di Area Tambang “X”	49
Tabel 5.1 Rangkuman Klasifikasi Potensi Energi Terbarukan Tambang “X”	52
Tabel 5.2 Beberapa tipe panel surya serta rekomendasinya	53



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. <i>Road map Mapping</i> potensi energi terbarukan	5
Gambar 3.1. Gap Analisis	7
Gambar 3.2. Diagram alur penelitian	8
Gambar 3.3 Analisa data energi dari tenaga surya dengan pendekatan global rumus	11
Gambar 3.4 Ilustrasi analisa potensi energi dari tenaga surya dengan pendekatan lapangan dari data empiris luxmeter.	12
Gambar.3.5 Contoh peta <i>iso-line</i> global radiation KWh.	14
Gambar.3.6. Ilustrasi Peta potensial daya dari tenaga angin daerah.	14
Gambar.3.7. Ilustrasi Peta isoline daya dari tenaga angin daerah penelitian di overlay dengan area boundary skoring matriks	16
Gambar 4.1 Perhitungan daya menggunakan open source web omnicalculator	21
Gambar 4.2 Peta Potensi EBT dari sumber tenaga air di area tambang “x”	24
Gambar 4.3 Solar Radiasi Spektrum	25
Gambar 4.4 Lokasi Pengambilan data tenaga surya di area tambang “x”	28
Gambar 4.5 Proses pengambilan data daya dan intensitas cahaya	29
Gambar 4.6 Pengambilan data intensitas cahaya S-PS-02	30
Gambar 4.7 Hubungan antara daya dan intensitas cahaya area S-PS 25	31
Gambar 4.8 Perbandingan antara potensi daya dari data sekunder dengan data lapangan Menggunakan solar 100 WP	32
Gambar 4.9 Peta Isoline energi dari tenaga surya di area tambang “x”	33
Gambar 4.10 Kriteria dua, terkait kapan blok 1A terkena progress tambang	35
Gambar 4.11 Kriteria tiga dan empat, terkait jarak blok 1A ke lokasi kebutuhan	36
Gambar 4.12 Matriks skoring dan peta potensi tenaga surya pada blok 1A	36
Gambar 4.13 Skoring Matriks dari Potensi Tenaga Surya di Area Tambang “X” dan sekitarnya	38
Gambar 4.14 Grafik energi dai Pembangkit Listrik Tenaga Bayu	40
Gambar 4.15 Verifikasi perbandingan antara data sekunder dengan lapangan	42
Gambar 4.16 <i>Wind speed index</i> area penelitian perbulan dalam satu tahun	43

Gambar 4.17 <i>Wind speed index</i> area penelitian perjam dalam satu hari	43
Gambar 4.18 <i>Wind power rose</i> area penelitian	43
Gambar 4.19 Lokasi Pengambilan data tenaga angin di area tambang “X” dan sekitarnya	44
Gambar 4.20 Peta Isoline enegi dia area tambang “x” dan sekitarnya	46
Gambar 4.21 Matriks skoring dan peta potensi tenaga angin pada blok 3H	49
Gambar 4.22 Skoring Matriks Potensi Tenaga Angin di area tambang “x”	50
Foto 3.1 Pengukuran kecepatan aliran air dan penampang luas	10
Foto 3.2 Pengukuran kecepatan angin dengan anemometer	10
Foto 3.3 Mengukur tingkat pencahayaan dari sinar matahari menggunakan <i>luxmeter</i>	11
Foto 4.1 Lokasi aliran air di S-MH-02	19
Foto 4.2 Pengambilan data lapangan S-MH-01	20



## ABSTRAK

Adanya komitmen bersama secara global (paris agreement), pemerintah (perpres no.59 tahun 2017) dan lingkup perusahaan (adaro\_GHG assessment and management) yang kaitannya dengan penggunaan energi yang ramah lingkungan untuk mendukung pencegahan dalam issue climate change. Berdasarkan komitmen tersebut penelitian ini melihat adanya potensi energi ramah lingkungan yang dapat dimanfaatkan disekitar area kegiatan penambangan. Adanya potensi dari sumber Energi Baru Terbarukan (EBT) dari tenaga angin, air dan matahari yang dapat dikonversikan ke tenaga listrik adalah menjadi suatu peluang untuk mendukung pencegahan dalam issue bersama global.

Area pertambangan yang sudah terbuka dengan lahan yang sudah bebas dapat dimanfaatkan untuk energi surya karena sinar matahari dapat ditangkap tanpa halangan. Selanjutnya, kondisi tanah timbunan yang membentuk morfologi tinggian baru dapat dimanfaatkan energi anginnya, karena ketinggian tersebut sehingga tidak ada halangan dari angin. Terakhir aliran air permukaan di sekitar area pertambangan dapat dimanfaatkan tenaganya, serta rekayasa engineering dapat digunakan untuk mendapatkan head ketinggian jatuh air.

Berbagai macam energi baru terbarukan tersebut kemudian di ukur secara primer data lapangan dan data sekunder (remote sensing, data global ataupun pemerintah) selanjutnya di buat peta sehingga didapatkan informasi lokasi serta kontur dari daya seperti energi surya dan angin. Data tersebut kemudian di overlay dengan peta rencana tambang serta di buat skoring penilaian matriks. Kriteria skoring matriks ini antara lain : daya, waktu lokasi tersebut akan terkena progress tambang, jarak dari lokasi akan sumber listrik dan jarak dengan program CSR masyarakat. Selanjutnya, dari hasil soring di dapat klasifikasi potensi EBT I-IV terhadap potensi yang ada, potensi I (satu) adalah area yang paling berpotensi untuk di bangun-kembangkan EBT. Pada potensi I (satu) ini diukur lebih spesifik daya yang dapat dihasilkan per periode waktu, sehingga dapat menjadi data terkait rencana penurunan konsumsi energi listrik dari sumber energi fosil pada aktivitas di sekitar area tersebut .

**Kata kunci:** *Komitmen, Energi baru terbarukan (EBT), Energi Surya, Energi Angin, Energi Air, Peta Potensi, Skoring matriks, Klasifikasi Potensi EBT*



## ABSTRACT

With the global commitment upheld in the Paris Agreement, the government through its bill (perpres no. 59, 2017) and the Company initiative (adaro GHG assesment and management) with the relation of eco energy usage in its preventions of the climate change issues. Based within those particular commitment this ressearch seeks the availability of potential eco friendly energy that is sufficient to the usage within the mining area. With the availability of potential renewable energy, wether it comes from the air, water nor the sun that can be converted to electrical energy becomes one of chances to support prevention toward global issues that are risen.

An open mining area with it massive open land can be used for solar cell usage, as the rays from the sun can be caught or in this case put into renewable energy usage as there are no more barriers in catching it and use. Furthermore, the apparent conditions of the bank soil which form into certain heights morphology can produce as a catchment of the air energy for windmills, as those heights produce a preverable winds cathment in its ideal positions. Lastly, the water current in the surface of the mining can be put into use for its energy, as an engineered recreations to catch the preverable head of the water fall.

All form of the renewable energies can be calculated through its primary field report dan secondary data (remote sensing, global datas, nor from related fields of government's data monitoring) next through a thoroughly mapping enactment, the informations of the locations, contour appearrance of the energy generated from the sollar cells and wind can be seen as a data result. Those datas then can be overlayed withe the existing mineplan and ready to scored in matrical calculations. The criterias of these are : the energy generated, and wether the locatios would be affected toward the mine planning at hand or otherwise. The distance from it stands (re-newable energies) and its distance electrical productions. From these scoring of I – V renewable energies produced, can be then classified from its way producing the potential energy. The I Potential are based upon the availability possible re-enactment nor develop. These I potential are meassured specifically to the energy it may produced on certain amount of time and this can be made as data towards reduced planning usage of fossil based within.

*Keyword : Commitment, Renewable Energy, Sollar Cell, Windmills, Hydropower. Potential Mapping, Matrical Scoring, Classification of renewable Potential*