

**PENDEKATAN PEMODELAN DALAM PRAKIRAAN  
ESTIMASI PENGELOLAAN LIMBAH PADAT  
MENJADI POTENSI ENERGI LISTRIK DI  
KECAMATAN BEKASI UTARA**

**SKRIPSI**

Oleh:

**NABILAH WULANDARI**

**201810245006**



**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS BHAYANGKARA JAKARTA RAYA**

**2023**

## LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Judul Skripsi : Pendekatan Pemodelan Dalam Prakiraan Estimasi  
Pengelolaan Limbah Padat Menjadi Potensi Energi  
Listrik Di Kecamatan Bekasi Utara

Nama : Nabilah Wulandari

Nomor Pokok Mahasiswa : 201810245006

Program Studi/Fakultas : Teknik Lingkungan/Teknik

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 1 Februari 2023



Dr. Eng. Ibnu Susanto J., S.T., M.Eng.

NIDN. 0321087809

Haudi Hasaya, S.T., M.T.

NIDN. 0322038803

## LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : Pendekatan Pemodelan Dalam Prakiraan Estimasi  
Pengelolaan Limbah Padat Menjadi Potensi Energi  
Listrik Di Kecamatan Bekasi Utara

Nama Mahasiswa : Nabilah Wulandari

Nomor Pokok Mahasiswa : 201810245006

Program Studi/fakultas : Teknik Lingkungan/Teknik

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 1 Februari 2023

Bekasi, 1 Februari 2023

MENGESAHKAN,

Ketua Tim Penguji : Dra. Wahyu Kartika, M.Si.

NIDN. 0321046604

Penguji I : Dr. Dovina Navanti, S.T., M.M.

NIDN. 0327037601

Penguji II : Dr. Eng. Ibnu Susanto J., S.T., M.Eng.

NIDN. 0321087809

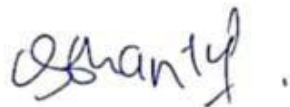
MENGETAHUI,

Ketua Program Studi

Teknik Lingkungan

Dekan

Fakultas Teknik



Sophia Shanti M. S.T., M.T.

NIDN. 0314057902



Dr. Tulus Sukreni, S.T., M.T.

NIDN. 0324047505

## LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

Skripsi yang berjudul

**“Pendekatan Pemodelan Dalam Prakiraan Estimasi Pengelolaan Limbah Padat Menjadi Potensi Energi Listrik Di Kecamatan Bekasi Utara”**

Ini adalah benar – benar merupakan hasil karya sendiri dan tidak mengandung materi yang ditulis oleh orang lain kecuali pengutipan sebagai referensi yang sumbernya telah dituliskan secara jelas sesuai dengan kaidah penulisan karya ilmiah.

Apabila di kemudian hari ditemukan adanya kecurangan dalam karya ini, saya bersedia menerima sanksi dari Universitas Bhayangkara Jakarta Raya sesuai dengan peraturan yang berlaku. Saya mengizinkan skripsi ini dipinjam dan digandakan melalui Perpustakaan Universitas Bhayangkara Jakarta Raya.

Saya memberikan izin kepada Perpustakaan Universitas Bhayangkara Jakarta Raya untuk menyimpan skripsi ini dalam bentuk digital dan mempublikasikannya melalui Internet selama publikasi tersebut melalui portal Universitas Bhayangkara Jakarta Raya.

Bekasi, 09 Januari 2023

Yang membuat pernyataan,



Nabilah Wulandari

201810245006

## ABSTRAK

**Nabilah Wulandari, 201810245006.** Pendekatan Pemodelan Dalam Prakiraan Estimasi Pengelolaan Limbah Padat Menjadi Potensi Energi Listrik Di Kecamatan Bekasi Utara.

Volume timbulan sampah mengakibatkan permasalahan yang cukup serius apabila tidak ditangani dengan baik. *Waste to Energy* merupakan alternatif untuk mengolah sampah menjadi energi listrik. Prinsip Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa) berfokus kepada cara pengolahan sampah secara cepat. PLTSa salah satu proyek percobaan pada PLTSa Merah Putih di Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (TPST) Bantar Gebang. Penelitian ini bertujuan untuk membuat suatu alternatif dalam mengurangi volume timbulan sampah, skala Kecamatan Bekasi Utara dengan mengadopsi matematika dinamis dengan metode *Kaya identity*, sehingga dapat dilakukan pengadaptasian menjadi suatu sistem pemodelan dalam mengetahui prakiraan suatu data. Pemodelan dan mengestimasi estimasi timbulan sampah yang diolah menjadi energi listrik menggunakan perangkat lunak *Analytica 6.1*. Prakiraan karakteristik sampah yang diolah pada TPS 3R pada tahun 2021 sampai tahun 2030 memiliki total komposisi sampah daun kering 28.054 ton, sisa makanan 41.413 ton, kaca 5.852 ton, botol plastik 14.735 ton, plastik 3.691 ton, kertas atau kardus 110.741 ton, besi atau seng 4.445 ton, dan residu 70.874 ton. Total volume timbulan sampah pada tahun 2016 sampai tahun 2020 adalah 9.886 ton sampah. Hasil yang didapatkan dalam pemodelan mengenai prakiraan volume total timbulan sampah pada tahun 2021 sampai tahun 2030 adalah 147.657 ton sampah, atau mengalami kenaikan sebesar 56% pada periode 10 tahun mendatang. Volume timbulan sampah yang dijadikan potensi energi listrik pada PLTSa dengan metode insinerasi, digunakan untuk mengetahui prakiraan energi listrik dengan kapasitas sampah sebesar 80-90 ton/hari, sehingga dapat diperoleh prakiraan hasil total potensi energi listrik pada tahun 2021 sampai tahun 2030 sebesar 2.721.616,68 kWh/tahun atau mengalami kenaikan sebesar 56% dalam jangka waktu 10 tahun mendatang.

**Kata Kunci:** *Analytica 6.1*, energi listrik, *Kaya identity*, komposisi sampah, PLTSa, volume timbulan sampah.

## **ABSTRACT**

**Nabilah Wulandari, 201810245006.** *Modeling Approach in Estimating Solid Waste Management into Potential Electrical Energy in North Bekasi District.*

*The volume of waste generation causes serious problems if not handled properly. Waste to Energy is an alternative to process waste into electrical energy. The principle of Waste Power Plant (PLTSa) focuses on how to process waste quickly. PLTSa is one of the experimental projects in PLTSa Merah Putih at the Bantar Gebang Integrated Waste Management Site (TPST). This research aims to create an alternative in reducing the volume of waste generation, the scale of North Bekasi District by adopting dynamic mathematics with the Kaya identity method, so that it can be adapted into a modeling system in knowing the forecast of a data. Modeling and estimating the estimation of waste generation processed into electrical energy using Analytica 6.1 software. The forecast of the characteristics of waste processed at TPS 3R from 2021 to 2030 has a total composition of dry leaves 28.054 tons, food waste 41.413 tons, glass 5.852 tons, plastic bottles 14.735 tons, plastic 3.691 tons, paper or cardboard 110.741 tons, iron or zinc 4.445 tons, and residue 70.874 tons. The total volume of waste generation from 2016 to 2020 is 9.886 tons of waste. The results obtained in the modeling regarding the forecast of the total volume of waste generation from 2021 to 2030 is 147.657 tons of waste, or an increase of 56% in the next 10 years. The volume of waste that is used as potential electrical energy in PLTSa with the incineration method is used to determine the forecast of electrical energy with a waste capacity of 80-90 tons / day, so that the total estimated potential electrical energy from 2021 to 2030 is 2.721.616,68 kWh / year or an increase of 56% in the next 10 years.*

*Keywords: Analytica 6.1, electric energy, Kaya identity, waste composition, PLTSa, volume of waste generation.*

## LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

---

Sebagai civitas akademik Universitas Bhayangkara Jakarta Raya saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nabilah Wulandari  
NPM : 201810245006  
Fakultas/Program Studi : Teknik /Teknik Lingkungan  
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Bhayangkara Jakarta Raya Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-Exclusive Royalty Free-Right*), atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**“Pendekatan Pemodelan Dalam Prakiraan Estimasi Pengelolaan Limbah Padat Menjadi Potensi Energi Listrik Di Kecamatan Bekasi Utara.”**

Dengan hak yang bebas royalti non-eksklusif ini, Universitas Bhayangkara Jakarta Raya berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelolanya dalam bentuk data (*database*), mendistribusikan dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu permintaan izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran hak cipta dalam karya ilmiah ini menjadi tanggung jawab saya pribadi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bekasi

Pada Tanggal : 09 Januari 2023

Yang menyatakan



Nabilah Wulandari

201810245006

## KATA PENGANTAR

Bismillah, segala puji serta syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat, hidayah dan karunia-nya, sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan tugas akhir yang di beri judul **“Pendekatan Pemodelan Dalam Prakiraan Estimasi Pengelolaan Limbah Padat Menjadi Potensi Energi Listrik Di Kecamatan Bekasi Utara”**. Adapun tujuan penulis dalam rencana penelitian ini adalah sebagai salah satu untuk mencapai gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Bhayangkara Jakarta Raya. Selama penyusunan tugas akhir ini, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Ibu Sophia Shanti Meilani, ST., MT, selaku Kepala Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Bhayangkara Jakarta Raya.
2. Bapak Dr. Eng. Ibnu Susanto Joyosemito, ST., M.Eng., CRM, Asr dan Ibu Haudi Hasaya, ST., MT, selaku pembimbing yang telah memberikan arahan dan masukan dalam menyusun tugas akhir.
3. Orang tua dan Abang terbaik yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan penuh secara moril maupun materi.
4. Sahabat, teman-teman Teknologi Pendidikan Himpunan Mahasiswa Teknik Lingkungan (HMTL) periode 2019-2020 serta Rekan-rekan Ikatan Mahasiswa Teknik Lingkungan (IMTLI) yang selalu membantu, menghibur dan memberikan semangat di saat pengerjaan tugas akhir dimulai.
5. Diri sendiri yang telah berjuang sejauh ini hingga mampu melewati dan menyelesaikan masa perkuliahan serta penyusunan tugas akhir.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis mengharapkan kritik, saran serta nasihat yang membangun agar kekurangan yang ada dapat diperbaiki.

Bekasi, 09 Januari 2023



Nabilah Wulandari



# DAFTAR ISI

	Halaman
<b>LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING .....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>vi</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI .....</b>	<b>vii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR SINGKATAN.....</b>	<b>xvi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Identifikasi Masalah .....	2
1.3 Rumusan Masalah .....	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Tujuan Penelitian.....	3
1.6 Manfaat Penelitian.....	4
1.7 Sistematika Penelitian .....	4
<b>BAB II LANDASAN TEORI .....</b>	<b>6</b>
2.1 Sampah Domestik.....	6
2.2 Pengelolaan Sampah.....	7
2.3 Pewadahan Sampah .....	8
2.3.1 Penentuan Ukuran Wadah.....	10
2.4 Pengumpulan Sampah .....	10
2.4.1 Perencanaan Operasional Pengumpulan .....	13
2.5 Komposisi Sampah.....	13
2.6 Tempat Pembuangan Sementara (TPS).....	16
2.7 Tempat Pengolahan Sampah ( <i>Reduce, Reuse, Recycle</i> ).....	17

2.8	Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) .....	18
2.9	<i>Kaya identity</i> .....	20
2.10	Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa).....	23
2.10.1	Metode Insinerator .....	23
2.10.2	Nilai Kalor.....	27
2.11	Sosiodemografi.....	28
2.11.1	Penduduk.....	28
2.11.2	Laju Pertumbuhan Penduduk .....	28
2.11.3	PDRB .....	29
2.12	Pemodelan <i>Analytica 6.1</i> .....	29
2.12.1	Monte Carlo .....	29
2.12.2	<i>Mean Squared Error (MSE)</i> .....	30
2.12.3	<i>Mean Absolute Percentage Error (MAPE)</i> .....	30
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>		<b>33</b>
3.1	Alur Penelitian.....	33
3.2	Jenis Penelitian .....	36
3.2.1	Variabel Penelitian .....	36
3.3	Tempat dan Waktu Penelitian .....	37
3.4	Objek Penelitian .....	37
3.5	Teknik Pengumpulan Data .....	37
3.5.1	Data Primer .....	37
3.5.2	Data Sekunder .....	37
3.6	Teknik Pengolahan Data .....	38
3.7	Analisis Data.....	41
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>42</b>
4.1	Gambaran Umum Penelitian .....	42
4.1.1	Lokasi Fasilitas Pengelolaan Sampah .....	42
4.2	Teknik Operasional Pengelolaan Sampah .....	44
4.2.1	Pewadahan dan Pemilahan Sampah .....	45
4.2.2	Tempat Penampungan Sementara (TPS) .....	46
4.2.3	Tempat Pengolahan Sampah <i>Reduce, Reuse, Recycle (TPS 3R)</i> .....	46
4.2.4	Pengangkutan Sampah .....	48
4.2.5	Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) .....	49

4.3	Pemodelan Pengelolaan Sampah Menjadi Energi Listrik .....	51
4.3.1	Konsep dan Struktur Model .....	52
4.3.2	Sub-model .....	53
4.3.3	Model Potensi Sampah Menjadi Energi Listrik.....	60
4.3.4	Validasi model .....	62
4.3.5	Hasil Simulasi .....	75
<b>BAB V PENUTUP.....</b>		<b>90</b>
5.1	Kesimpulan.....	90
5.2	Saran .....	91
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>93</b>



## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2. 1 Karakteristik Pewadahan Sampah.....	9
Tabel 2. 2. Karakteristik Sampah.....	14
Tabel 2. 3 Jenis-jenis sampah dan potensi penanganan .....	15
Tabel 2. 4 Komposisi Senyawa Sampah .....	27
Tabel 2. 5 Range Nilai <i>MAPE</i> .....	31
Tabel 2. 6 Penelitian Terdahulu .....	31
Tabel 3. 1 Variabel Penelitian.....	36
Tabel 3. 2 Kegiatan Penelitian .....	37
Tabel 4. 1 Komposisi Sampah TPS 3R.....	47
Tabel 4. 2 Volume Timbulan Sampah .....	51
Tabel 4. 3 Data historis dan nilai numeriknya dari analisis regresi. ....	57
Tabel 4. 4 Pencocokan Data pada Kelurahan Teluk Pucung .....	66
Tabel 4. 5 Pencocokan Data pada Kelurahan Harapan Jaya.....	67
Tabel 4. 6 Pencocokan Data pada Kelurahan Marga Mulya.....	68
Tabel 4. 7 Pencocokan Data pada Kelurahan Perwira .....	69
Tabel 4. 8 Pencocokan Data Kelurahan Kaliabang Tengah.....	70
Tabel 4. 9 Pencocokan Data Kelurahan Harapan Baru.....	71
Tabel 4. 10 Pencocokan Data pada PDRB Kota Bekasi .....	72
Tabel 4. 11 Proyeksi Sosiodemografis dan Timbulan sampah di .....	79
Tabel 4. 12 Proyeksi efek pendapatan keluarga terhadap .....	81
Tabel 4. 13 Karakteristik dan Komposisi Pengolahan Sampah di TPS 3R .....	83
Tabel 4. 14 Potensi Recovery Energi pada PLTSa .....	88

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2. 1 Pola Pengumpulan Sampah (Sumber: SNI 19-2454-2002) .....	10
Gambar 2. 2 TPS di Kelurahan Prima Harapan .....	16
Gambar 2. 3 Sistem <i>Sanitary landfill</i> .....	19
Gambar 2. 4 Sistem <i>Controlled landfill</i> .....	19
Gambar 2. 5 Sistem <i>Open Dumping</i> .....	20
Gambar 2. 6 Pengolahan Sampah Pada Proses Termal (PLTSA).....	24
Gambar 2. 7 Zona Pembakaran .....	25
Gambar 3. 1 Diagram Penelitian .....	34
Gambar 4. 1 Gambaran Wilayah Kecamatan Bekasi Utara .....	42
Gambar 4. 2 Lokasi TPS 3R Prima Harapan .....	43
Gambar 4. 3 Lokasi TPA Sumur Batu .....	43
Gambar 4. 4 Teknik Operasional Pengelolaan Sampah.....	44
Gambar 4. 5 Pengumpulan Sampah Domestik .....	45
Gambar 4. 6 TPS di Kecamatan Bekasi Utara .....	46
Gambar 4. 7 TPS 3R Prima Harapan .....	47
Gambar 4. 8 Komposisi Sampah Pada TPS 3R .....	48
Gambar 4. 9 Compactor Truck.....	49
Gambar 4. 10 Skema Operasional Truk di TPA Sumur Batu .....	49
Gambar 4. 11 Penurunan Sampah ke Landfill .....	50
Gambar 4. 12 Penggunaan Alat Berat Excavator.....	50
Gambar 4. 13 Diagram Loop Pada Konsep Analytica 6.1 .....	52
Gambar 4. 14 Diagram Model Penduduk di Harapan Jaya.....	54
Gambar 4. 15 Diagram Model PDRB .....	55
Gambar 4. 16 Diagram Model Energi Listrik .....	59
Gambar 4. 17 Kerangka Model Keseluruhan.....	61
Gambar 4. 18 Total Pendapatan Keluarga Kecamatan Bekasi .....	63
Gambar 4. 19 Timbulan dan Komposisi Sampah TPS 3R.....	64
Gambar 4. 20 Pencocokan Data Penduduk Kelurahan Teluk pucung .....	66
Gambar 4. 21 Data Historis Penduduk Kelurahan Harapan Jaya .....	67

Gambar 4. 22 Data Historis penduduk Kelurahan Marga Mulya .....	68
Gambar 4. 23 Data Historis Penduduk Kelurahan Perwira .....	69
Gambar 4. 24 Data Historis penduduk Kelurahan Kaliabang Tengah.....	70
Gambar 4. 25 Data Historis penduduk Kelurahan Harapan Baru.....	71
Gambar 4. 26 Data Historis dan Model Output PDRB Kota Bekasi .....	72
Gambar 4. 27 Uji Kondisi Ekstrim pada PDRB Kecamatan Bekasi Utara.....	74
Gambar 4. 28 Uji Kondisi Ekstrim pada Efek Pendapatan Keluarga Terhadap Timbulan Sampah di Bekasi Utara .....	74
Gambar 4. 29 Jumlah Penduduk Kecamatan Bekasi Utara.....	76
Gambar 4. 30 Rata-Rata Jumlah Orang Setiap Keluarga.....	77
Gambar 4. 31 Jumlah Keluarga di Kecamatan Bekasi Utara.....	78
Gambar 4. 32 Jumlah Pendapatan Keluarga .....	78
Gambar 4. 33 Sosiodemografi dan efek pendapatan keluarga.....	80
Gambar 4. 34 Efek Pendapatan Keluarga Terhadap Timbulan Sampah.....	80
Gambar 4. 35 Efek Pendapatan Keluarga Terhadap Timbulan Sampah.....	82
Gambar 4. 36 Karakteristik Pengolahan Sampah di TPS 3R.....	82
Gambar 4. 37 Nilai residu di Jadikan Energi Listrik .....	84
Gambar 4. 38 Nilai Kalor Sampah Residu.....	85
Gambar 4. 39 Jumlah Energi Insinerator .....	86
Gambar 4. 40 Energi Kebutuhan Boiler.....	86
Gambar 4. 41 Energi Netto Turbi Uap.....	87
Gambar 4. 42 Energi Keseluruhan Generator .....	88

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Data Sosiodemografi per-setiap Kecamatan Bekasi Utara
- Lampiran 2. Data Sosiodemografi Kota Bekasi
- Lampiran 3. Volume Timbulan Sampah
- Lampiran 4. Regresi Linier
- Lampiran 5. Hasil *Output* Pemodelan Sosiodemografi
- Lampiran 6. Hasil *Output Waste to Energy*
- Lampiran 7. Hasil *Output* Pemodelan Komposisi dan Karakteristik TPS 3R
- Lampiran 8. Data *Output* Kondisi Ekstrim
- Lampiran 9. Plagiarisem
- Lampiran 10. Biodata Mahasiswa
- Lampiran 11. Kartu Bimbingan

