TA/TL/2022/1421

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN TEMPAT PENGOLAHAN SAMPAH TERPADU (TPST) DI KULON PROGO D.I. YOGYAKARTA

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana (S1) Teknik Lingkungan

FAISAL REZA PAHLEVI
17513147

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2022

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN TEMPAT PENGOLAHAN SAMPAH TERPADU (TPST) DI KABUPATEN KULON PROGO D.I. YOGYAKARTA

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana (S1) Teknik Lingkungan

FAISAL REZA PAHLEVI
17513147

Disetujui,

Dosen Pembimbing:

Dr. Hijrah Purnama Putra, S.T., M.Eng.	**Dr. Ir. Kasam, M.T.**
NIK. 095130404	**NIK. 925110102**
Tanggal:	Tanggal:

Mengetahui,

Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII

Eko Siswoyo, ST., M.Sc.ES., Ph.D.

NIK. 025100406

Tanggal: 08 Februari 2022

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

HALAMAN PENGESAHAN

PERENCANAAN TEMPAT PENGOLAHAN SAMPAH TERPADU (TPST) DI KULON PROGO D.I. YOGYAKARTA

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

Hari : Jumat

Tanggal : 14 Januari 2022

Disusun Oleh:

FAISAL REZA PAHLEVI

17513147

Tim Penguji :

Dr. Hijrah Purnama Putra, S.T., M.Eng. ( )

Dr. Ir. Kasam, M.T. ( )

Dr. Andik Yulianto, S.T., M.T. ( )

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Indonesia maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama penulis dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Program *software* komputer yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggungjawab saya, bukan tanggungjawab Universitas Islam Indonesia.
5. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sangsi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sangsi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Yogyakarta, 14 Januari 2022

Yang membuat pernyataan,



Faisal Reza Pahlevi

NIM: 17513147

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga tugas akhir ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak awal tahun atau lebih tepatnya pada akhir bulan Januari ini ialah Perencanaan Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (TPST) di Kulon Progo DI Yogyakarta.

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada :

1. Orang tua tercinta yang telah memberikan kasih sayang, dukungan dan masukan selama ini.
2. Dr. Hijrah Purnama Putra, S.T., M.Eng. selaku pembimbing I yang telah banyak memberikan bimbingan selama proses penelitian hingga penyelesaian laporan.
3. Dr. Ir. Kasam, M.T. selaku dosen pembimbing II yang telah banyak memberi masukan selama penyusunan laporan.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak lain yang telah memberikan banyak masukan dan saran kepada penulis serta arahan tentang tata cara dalam penulisan laporan penelitian ini.

Penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca yang bersifat membangun apabila terdapat kekeliruan dalam penulisan laporan awal ini sekian dan terima kasih.

Semoga tugas akhir ini bermanfaat.

Yogyakarta, 14 Januari 2022



Faisa Reza Pahlevi

DAFTAR ISI

BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Perumusan Masalah 3
1.3 Tujuan Perencanaan 3
1.4 Manfaat Perencanaan 3
1.5 Ruang Lingkup 4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 5
2.1 Gambaran Umum Wilayah 5
2.2 Sampah 6
2.3 Timbulan Sampah 6
2.4 Pengertian Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (TPST) 7
2.5 Pengolahan Sampah 8
2.6 Teknologi Insenerasi di Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (TPST) 9
2.6.1 *Fixed bed Incinerator/Reactor* 9
2.6.2 *Moving Grate* (MG) *Incinerator* (*Stoker*) 10
2.6.3 *Fluidized bed* (FB) *Incinerator* 11
2.6.4 *Rotary Kiln Incinerator* 13
2.7 Kondisi Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (TPST) di Indonesia 14
2.7.1 Tempat Pengolahan Sampah (TPST) Sampahku Tanggung Jawabku (Samtaku), Bali 15
2.7.2 Tempat Pengolahan Sampah (TPST) Bantargebang, Bekasi 15
2.7.3 Tempat Pengolahan Sampah (TPST) Piyungan, Yogyakarta 16
BAB III METODE PERENCANAAN 17
3.1 Diagram Alir Perencanaan 17
3.2 Lokasi Perencanaan Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (TPST) 18
3.3 Teknologi Insenerasi Terpilih 19
3.4 Konsep Perencanaan TPST Kulon Progo 20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 21
4.1 Proyeksi Jumlah Penduduk 21

4.1.1 Proyeksi Penduduk Kapanewon Wates 21
4.1.2 Proyeksi Penduduk Kapanewon Temon 23
4.2 Data Timbulan Sampah dan Komposisi Sampah 25
4.3 Neraca Massa Sampah 27
4.3.1 Proyeksi Timbulan Sampah 27
4.3.2 Neraca Sampah 29
4.4 Lokasi Tempat Pengolahan Sampah (TPST) 31
4.5 Pemilihan Alur Pengolahan Sampah 32
4.6 Proses Pengolahan Sampah dengan Teknologi Insinerasi 34
4.6.1 *Loading Area* 34
4.6.2 *Sorting Area* 35
4.6.3 *Shredding Area* 35
4.6.4 *Combustion Area* 36
4.7 Perhitungan Dimensi Pengolahan 37
4.7.1 Dimensi *Loading Area* 37
4.7.2 Dimensi *Conveyor Belt* 38
4.7.3 Dimensi *Magnetic Separator* 39
4.7.4 Dimensi *Shredder* 40
4.7.5 Dimensi *Screw Conveyor* 40
4.7.6 Dimensi *Incinerator Fluidized Bed* (FB) 41
4.7.7 Dimensi *Cyclone Separator* 44
4.8 Bangunan Pelengkap dan Total Kebutuhan Luas Lahan 47
4.9 Perhitungan Nilai Kalor 48
4.10 Konversi Energi 49
4.11 *Detail Engineering Design* (DED) 52
4.11.1 *Design Layout* TPST 52
4.11.2 *Design* Struktur TPST 52
4.11.3 *Design Loading Area* 52
4.11.4 *Design Belt Conveyor* 52
4.11.5 *Design Magnetic Separator* 52
4.11.6 *Design Shredder* 52
4.11.7 *Design Screw Conveyor* 52

4.11.8 *Design Insinerator Fluidized Bed* (FB) 52
4.11.9 *Design Cyclone Separator* 52
4.12 Rencana Anggaran Biaya (RAB) 52
BAB V SIMPULAN DAN SARAN 56
5.1 Simpulan 56
5.2 Saran 56
DAFTAR PUSTAKA 57
LAMPIRAN 61

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Skoring Perbandingan Teknologi Insinerasi 19
Tabel 2 Data Jumlah Penduduk Kapanewon Wates 2011-2020 21
Tabel 3 Perbandingan Nilai Deviasi Kapanewon Wates 22
Tabel 4 Proyeksi Penduduk Kapanewon Wates 2021-2030 22
Tabel 5 Data Jumlah Penduduk Kapanewon Temon 2011-2020 23
Tabel 6 Perbandingan Nilai Deviasi Kapanewon Temon 24
Tabel 7 Proyeksi Penduduk Kapanewon Temon 2021-2030 24
Tabel 8 Timbulan Sampah Kabupaten Kulon Progo 2020 26
Tabel 9 Komposisi Sampah Kabupaten Kulon Progo 2020 26
Tabel 10 Proyeksi Timbulan Sampah Kapanewon Wates 2021-2030 28
Tabel 11 Proyeksi Timbulan Sampah Kapanewon Temon 2021-2030 29
Tabel 12 Jumlah Timbulan Sampah berdasarkan Komposisi 29
Tabel 13 Total Reduksi Sampah 30
Tabel 14 Skoring Pemilihan Alternatif Alur Pengolahan Sampah 33
Tabel 15 Luas Lahan Bangunan Pelengkap 47
Tabel 16 Total Luas Lahan TPST Kulon Progo 48
Tabel 17 Perbandingan Nilai Kalor 49
Tabel 18 Nilai Kalor Sampah TPST Kulon Progo 49
Tabel 19 Anggaran Biaya Pekerjaan Kontruksi 53
Tabel 20 Anggaran Biaya Pengadaan Unit Pengolahan 54
Tabel 21 Total Biaya Pembangunan TPST Kulon Progo 54

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Kerangka Berpikir 3
Gambar 2 Peta Administrasi Kabupaten Kulon Progo 5
Gambar 3 Insinerator jenis Fixed Bed dan Prinsip Kerjanya 10
Gambar 4 Tipe pembakaran stoker dengan moving grate (piringan yang bergerak) 11
Gambar 5 Proses fluidisasi tipe bubbling dan circulating 12
Gambar 6 Skematik Fluidized bed Incinerator dengan Water Spray 13
Gambar 7 Insinerasi jenis rotary kiln 13
Gambar 8 Skema Ruang Bakar Rotary Kiln 14
Gambar 9 Diagram Alir Perencanaan 17
Gambar 10 Peta Lokasi Perencanaan 18
Gambar 11 Grafik Pertumbuhan Penduduk Kapanewon Wates 23
Gambar 12 Grafik Pertumbuhan Penduduk Kapanewon Temon 25
Gambar 13 Neraca Massa Sampah TPST Kulon Progo 31
Gambar 14 Lokasi Pembangunan TPST Kulon Progo 32
Gambar 15 Alternatif Alur Pengolahan Sampah 33
Gambar 16 Skema Pemilahan Sampah Logam 35
Gambar 17 Luas Loading Area 38
Gambar 18 Luas Conveyor Belt 39
Gambar 19 Luas Magnetic Separator 40
Gambar 20 Luas Shredder 40
Gambar 21 Luas Screw Conveyor 41
Gambar 22 Luas Incinerator Fluidized Bed (FB) 43
Gambar 23 Perhitungan Bagian Cyclone Separator 45

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

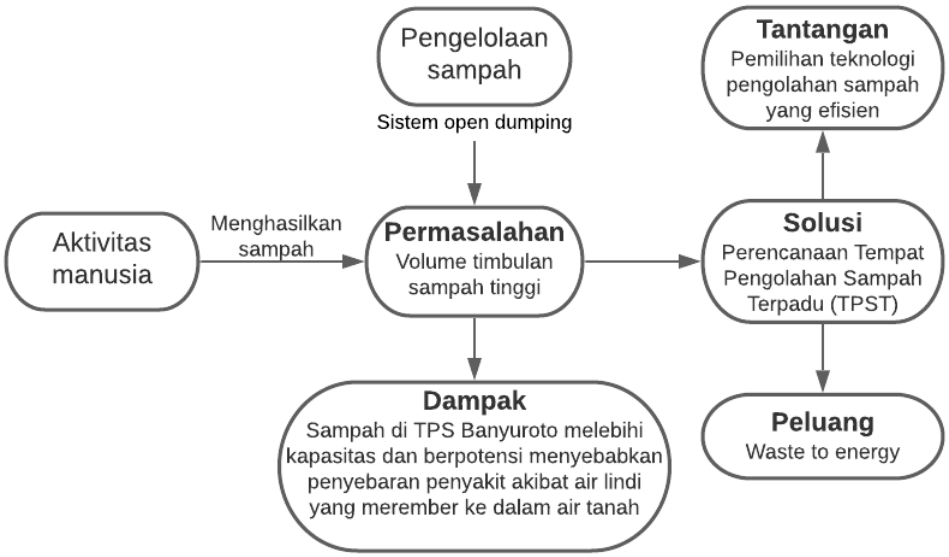
Setiap tahunnya Indonesia memperingati tanggal 21 Februari sebagai Hari Peduli Sampah Nasional. Penetapan tanggal tersebut dilatar belakangi oleh tragedi longsornya timbunan sampah di Leuwigajah, Cimahi, Jawa Barat tahun 2005 silam. Timbunan sampah tersebut berasal dari Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) yang sudah melebihi kapasitas yang direncanakan. Berkaca dari kejadian tersebut, pemerintah pusat menerbitkan Undang-undang Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengolahan Sampah sebagai bentuk komitmen dalam penanggulangan timbulan sampah yang biasanya langsung menumpuk di TPA. Sehingga dari peraturan tersebut muncul program-program mengenai penanganan sampah berskala lokal maupun nasional. Salah satu programnya berupa bank sampah dimana pengelolaannya berada ditingkat masyarakat sekitar. Selain itu muncul juga kebijakan di beberapa daerah mengenai pelarangan penggunaan kantong plastik dalam upaya pengurangan sampah plastik yang lama terurai oleh tanah. Namun pada kenyataannya berdasarkan data yang di publikasikan dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) pada tahun 2020 jumlah timbulan sampah di Indonesia adalah sekitar 67,8 juta ton dan akan terus bertambah seiring dengan pertambahan jumlah penduduk sehingga dibutuhkan usaha ekstra dalam penanggulangan sampah di Indonesia.

Di daerah Yogyakarta sendiri khususnya di Kabupaten Kulon Progo volume timbulan sampah per harinya berdasarkan data dari Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Kulon Progo pada tahun 2017 adalah sebesar 153,9 m3/hari dengan jumlah penduduk 421295 jiwa. Sampah-sampah tersebut dihasilkan dari kegiatan rumah tangga, industri, fasilitas umum dan fasilitas sosial. Ditambah dengan adanya Yogyakarta Internasional Airport (YIA) maka jumlah produksi sampah di Kulon Progo akan semakin meningkat. Sehingga perlu adanya tindakan yang tidak hanya terpaku pada pengelolaan seperti pewadahan, pengumpulan dan pengangkutan sampai pembuangan akhir akan tetapi perlu juga tindakan berupa pengolahan

sampah sebagai upaya pemanfaatan kembali dan meminimalisir sampah yang masuk ke TPA.

Sampai saat ini sampah yang berasal dari Kulon Progo akan diproses akhir di TPA Banyuroto dengan menggunakan sistem *controlled landfill* dimana sampah ditimbun, diratakan kemudian dipadatkan dalam kurun waktu tertentu. TPA Banyuroto memiliki luas 2 hektar dengan kapasitas yang terbatas yaitu 55.000 m3 atau 14.580 ton per tahunnya. Sampah yang masuk perharinya ke TPA Banyuroto pada tahun 2020 berdasarkan data dari Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Kulon Progo adalah sebesar 40 ton sampah, sampah-sampah tersebut berasal dari rumah tangga, hotel serta industri, baik yang berskala kecil seperti UMKM maupun industri besar. Berdasarkan hal tersebut diperkirakan TPA Banyuroto tidak akan mampu lagi untuk menampung sampah pada tahun 2024. Dinas Pekerjaan Umum Perumahan dan Kawasan Pemukiman (DPUPKP) Kabupaten Kulon Progo juga mencatat permasalah lain sampah di Kulon Progo adalah kurangnya fasilitas pengangkutan sampah berupa truk sampah yang mengakibatkan terjadinya penumpukan dan sampah yang tercecer. Peran dari masyarakat dalam pengelolaan sampah juga dinilai kurang baik karena sampah rumah tangga yang dihasilkan tidak dipilah terlebih dahulu sehingga menyebabkan pengolahan sampah tidak berjalan dengan baik. Dikhawatirkan apabila kondisi tersebut belum diatasi akan menyebabkan banyak permasalahan sehingga dari hal tersebut diperlukan pengelolaan sampah yang efektif untuk mengurangi timbulan sampah berupa TPST sebagai sarana pengurangan timbulan sampah.

Berdasarkan permasalah sampah yang saat ini terjadi di Kulon Progo dapat disimpulkan dalam skema kerangka berpikir untuk memudahkan perencanaan TPST Kulon Progo sebagai berikut :



Gambar 1 Kerangka Berpikir

1.2 Perumusan Masalah

Rumusan masalah dalam perencanaan ini adalah :

1. Volume timbulan sampah tiap tahunnya terus meningkat sehingga kapasitas penampungan sampah di TPA Banyuroto semakin sedikit.
2. Teknologi pengolahan sampah apa yang dapat mengurangi timbulan sampah dengan jumlah yang tinggi dan dengan waktu yang relatif singkat.

1.3 Tujuan Perencanaan

Tujuan dari perencanaan ini adalah untuk merencanakan TPST di Kabupaten Kulon Progo.

1.4 Manfaat Perencanaan

Manfaat dari perencanaan ini adalah :

1. Dengan adanya perencanaan ini diharapkan dapat menjadi rekomendasi pengolahan sampah untuk Kabupaten Kulon Progo.
2. Dapat menjadi gambaran untuk merealisasikan konversi limbah menjadi energi di Kabupaten Kulon Progo.

.

1.5 Ruang Lingkup

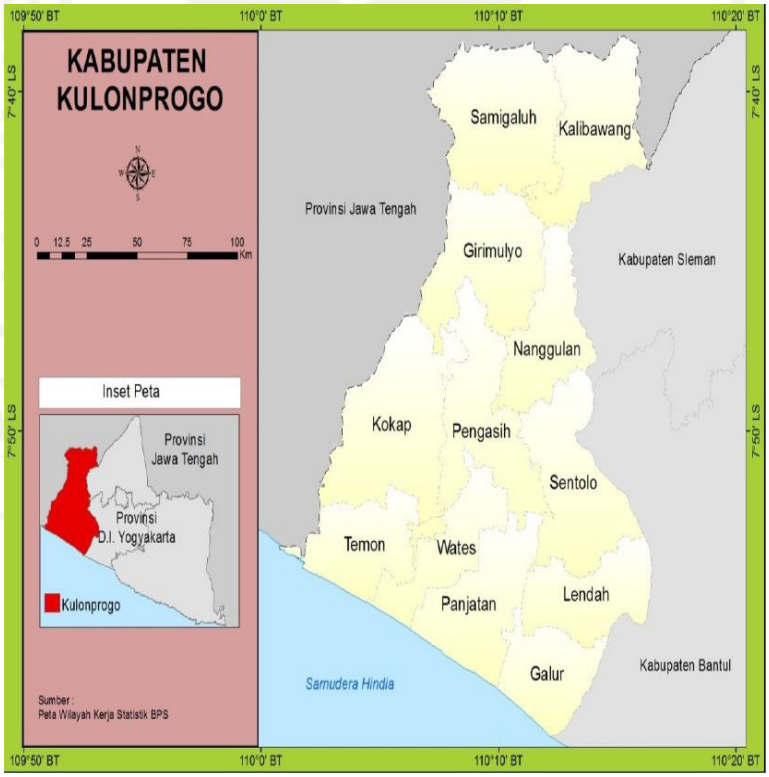
Ruang lingkup dari penelitian ini adalah :

1. Lingkup perencanaan berada di Kabupaten Kulon Progo.
2. Penentuan lokasi TPST berada di Kapanewon Wates berdasarkan Peraturan Daerah Kabupaten Kulon Progo nomor 1 Tahun 2012 mengenai Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kabupaten Kulon Progo Tahun 2012-2032 dan dijelaskan secara rinci dalam Rencana Terpadu & Program Investasi Infrastruktur Jangka Menengah Kabupaten Kulon Progo Tahun 2015-2019.
3. Sampah yang akan diolah merupakan sampah yang berasal dari Kapanewon Wates dan Kapanewon Temon sehingga dapat mengurangi sampah yang dibuang ke TPA Banyuroto.
4. Perencanaan TPST di Kulon Progo meliputi aspek teknis, berupa data timbulan sampah, penanganan yang sudah ada TPS3R di sekitar lokasi, penentuan kapasitas, alternatif pengolahan, desain TPST dan aspek pembiayaan baik investasi maupun operasional.
5. Teknologi yang akan digunakan dalam pengolahan sampah di TPST Kulon Progo adalah insinerator dan dalam perencanaannya akan terbatas dalam pengolahan sampah sampai *pre-treatment* pengolahan gas buangan.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gambaran Umum Wilayah

Kabupaten Kulon Progo merupakan salah satu kabupaten yang ada di D.I. Yogyakarta. Dengan Wates sebagai sebagai Ibu Kota Kabupaten, Kabupaten Kulon Progo memiliki luas wilayah yaitu 58.627,512 hektar dan terdiri dari 12 Kecamatan, 87 Desa, 1 kelurahan dan 918 Dukuh. Secara astronomis letak Kabupaten Kulon Progo berada diantara 7º38’42” – 7º59’3” Lintang Selatan dan antara 110º1’37” – 110º16’26” Bujur Timur. Sedangkan secara geografis Kabupaten Kulon Progo dari sisi utara berbatasan dengan Kabupaten Magelang, sisi selatan dengan Samudera Hindia, sisi barat dengan Kabupaten Purworejo dan sisi timur berbatasan dengan Kabupaten Sleman dan Kabupaten Bantul. Untuk kondisi geografis dari Kabupaten Kulon Progo adalah dataran tinggi/perbukitan untuk wilayah dibagian utara, daerah perbukitan untuk wilayah dibagian tengah dan dataran rendah untuk daerah dibagian selatan. (BPS Kulon Progo, 2021)



Gambar 2 Peta Administrasi Kabupaten Kulon Progo

2.2 Sampah

Sampah dapat didefinisikan sebagai sisa dari kegiatan sehari-hari dalam rumah tangga yang berasal dari kawasan komersial, kawasan industri, kawasan khusus, fasilitas sosial, fasilitas umum, dan/atau fasilitas lainnya. tidak termasuk tinja dan sampah spesifik. Dalam Kamus Kementrian Lingkungan Hidup (2018), sampah memiliki dua arti, yaitu bahan yang tidak mempunyai nilai atau tidak berharga untuk maksud biasa atau utama dalam pembikinan atau pemakaian, barang rusak atau bercacat dalam pembikinan (manufaktur), atau materi berkelebihan atau ditolak atau buangan dan sampah merupakan proses teratur dalam membuang bahan tak berguna atau tak layak dinginkan.

Berdasarkan sifatnya sampah digolongkan menjadi dua jenis yaitu sampah organik dan sampah anorganik. Sampah organik atau sampah basah merupakan jenis sampah yang bisa mengalami pelapukan dan terurai menjadi bahan yang lebih kecil dan tidak bau. Sampah organik dapat diolah menjadi kompos yang berguna bagi tanaman. Contoh dari sampah organik adalah sisa makanan, sayuran, daun-daun kering, dan sebagainya. Kemudian, sampah anorganik merupakan sampah yang tidak mudah membusuk. Sampah jenis ini dapat dijual kembali dan diolah menjadi produk lainnya. Contoh dari sampah anorganik adalah plastik wadah pembungkus makanan, kertas, plastik mainan, botol dan gelas minuman, kaleng, kayu, dan sebagainya (Yuyun, 2020).

2.3 Timbulan Sampah

Timbulan sampah adalah jumlah atau banyaknya sampah yang dihasilkan oleh manusia pada suatu tempat. Dalam penentuan timbulan sampah ini dapat digunakan satuan volume dan satuan berat. Biasanya timbulan sampah digunakan dalam perencanaan desain Sistem Pengelolaan Persampahan Terpadu (TPST), seleksi jenis/tipe peralatan untuk transportasi sampah dan desain Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) (Nizwardi, 2006).

Komposisi sampah adalah tiap-tiap komponen sampah yang membentuk suatu kesatuan, dalam persentase (%). Sama halnya dengan timbulan sampah, komposisi sampah juga dapat menentukan sistem jenis dan kapasitas peralatan,

sistem, dan program penanganannya. Berdasarkan pada komposisinya, sampah dibedakan menjadi sampah organik serta sampah anorganik. Sampah organik terdiri dari dedaunan, kayu, kertas, karton, tulang, sisa makanan ternak, sayur, buah dan lain-lain. Sedangkan sampah anorganik terdiri kaleng, plastik, besi dan logam-logam lainnya, gelas serta mika (Kementrian PU, 2013).

2.4 Pengertian Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (TPST)

Pengelolaan sampah adalah kegiatan yang sistematis, menyeluruh, dan berkesinambungan yang meliputi pengurangan dan penanganan sampah. Dalam suatu pengelolaan sampah biasanya biasanya melalui tahapan-tahapan seperti, pengumpulan dimana sampah dikumpulkan dari sumber menggunakan tong sampah, bak sampah, gerobak atau tempat pembuangan sementara untuk kemudian diangkut menuju tahapan selanjutnya. Setelah itu dilakukan pengangkutan sampah menuju Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) menggunakan alat transportasi seperti truk sehingga pengelolaan sampah berhenti di tahapan tersebut (Alfiandra, 2009).

Namun akan berbeda apabila dalam pengelolaan sampah dilakukan pengolahan pada tahapan-tahapannya melalui TPST. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 81 Tahun 2012 tentang Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga merupakan tempat dilaksanakannya kegiatan pengumpulan, pemilahan, penggunaan ulang, pendauran ulang, pengolahan, dan pemrosesan akhir.

Sampah yang dikelola di TPST dapat mengurangi jumlah timbulan sampah di TPA sehingga pengaruh terhadap kondisi lingkungan dan kesehatan akan terjaga. Hasil dari pengolahan sampah di TPST dapat dikonversikan menjadi energi ataupun produk seperti pupuk kompos. Pengelolaan sampah melalui TPST di tiap daerah pun berbeda-beda antara daerah perkotaan dan pedesaan, berbeda juga antara daerah perumahan dan daerah industri. Pengelolaan sampah yg tidak berbahaya dari pemukiman dan institusi di area metropolitan biasanya menjadi tanggung jawab pemerintah daerah, sedangkan untuk sampah dari area komersial dan industri biasanya ditangani oleh perusahaan pengolah sampah (Suhandi, 2015).

2.5 Pengolahan Sampah

Pengolahan sampah merupakan bagian dari penangan masalah persampahan berupa kegiatan mengurangi jumlah dari timbulan sampah, disamping dari memanfaatkan nilai yang masih terkandung dalam sampah itu sendiri (bahan daur ulang, produk lain, dan energi). Pengolahan sampah secara umum merupakan proses transformasi sampah baik secara fisik, kimia maupun biologi (Dewi, 2020). Masing masing dari definisi proses transformasi tersebut adalah :

1. Transformasi fisik, dapat dilakukan melalui beberapa cara yaitu :
    a. Pemisahan komponen sampah yang dilakukan secara manual. Langkah ini dilakukan untuk keperluan daur ulang. Demikian pula sampah yang bersifat berbahaya dan beracun sedapat mungkin dipisahkan dari jenis sampah lainnya.
    b. Mengurangi volume sampah dengan pemadatan atau kompaksi yang bertujuan untuk menekan kebutuhan ruang sehingga mempermudah penyimpanan, pengangkutan dan pembuangan. Jenis sampah yang membutuhkan reduksi volume antara lain seperti kertas, karton, plastik, kaleng.
    c. Mereduksi ukuran dari sampah dengan proses pencacahan.
2. Transformasi Biologi, merupakan perubahan bentuk sampah dengan memanfaatkan aktivitas mikroorganisme untuk mendekomposisi sampah menjadi bahan stabil yaitu kompos.
3. Transformasi Kimia, menggunakan prinsip proses pembakaran atau insenerasi. Proses pembakaran sampah dapat didefinisikan sebagai pengubahan bentuk sampah padat menjadi fasa gas, cair, dan produk padat yang terkonversi dengan pelepasan energi panas yang sangat dipengaruhi oleh karakteristik dan komposisi sampah yaitu :
    a. Nilai kalor dari sampah, dimana semakin tinggi nilai kalor sampah maka akan semakin mudah proses pembakaran berlangsung.
    b. Kadar air sampah, semakin kecil dari kadar air maka proses pembakaran akan berlangsung lebih mudah.
    c. Ukuran partikel, semakin luas permukaan kontak dari partikel sampah maka semakin mudah sampah terbakar.

Jenis pembakaran dapat dibedakan atas :

a. Pembakaran stoikhiometrik, yaitu pembakaran yang dilakukan dengan suplai udara/oksigen yang sesuai dengan kebutuhan untuk pembakaran sempurna.
b. Gasifikasi, yaitu proses pembakaran parsial pada kondisi substoikhiometrik, di mana produknya adalah gas-gas CO, H2, dan hidrokarbon.
c. Pirolisis, yaitu proses pembakaran tanpa suplai udara.

2.6 Teknologi Insenerasi di Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (TPST)

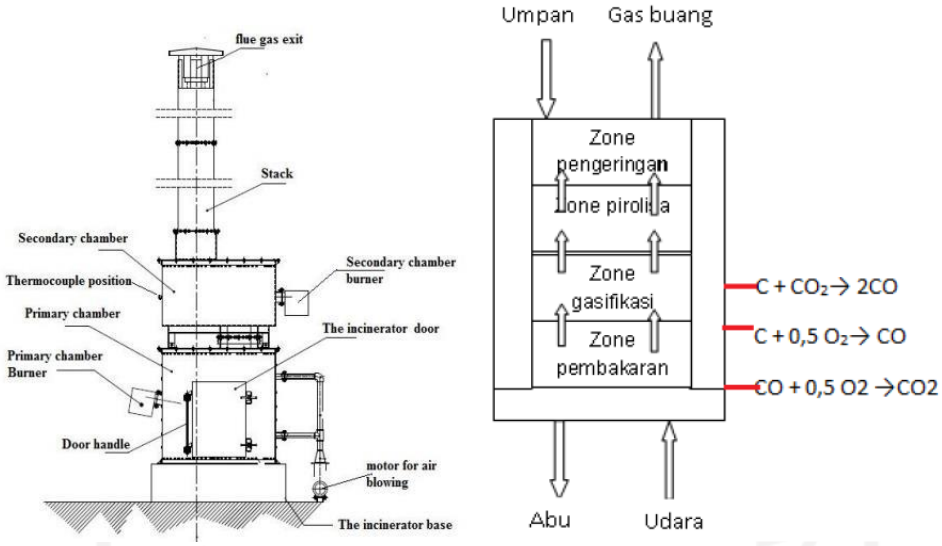
Dalam Perencanaan TPST ini, pengolahan sampah yang akan gunakan adalah dengan transformasi kimia menggunakan teknologi insenerasi. Pemilihan teknologi insenerasi sebagai pengolahan sampah dipilih karena mampu mengurangi volume sampah dalam jumlah yang besar dengan waktu yang relatif singkat dan hasil dari pengolahan sampah menggunakan insenerator dapat dikonversi menjadi energi listrik (BPSDM, 2018).

Insenerasi merupakan pengolahan sampah secara termal menggunakan temperatur tinggi dimana dalam proses pengolahannya terjadi proses oksidasi bahan bakar (biomassa) menggunakan udara berlebih pada reaktor. Jenis sampah yang dapat diolah menggunakan insenerasi adalah sampah organik dan anorganik yang selanjutnya dapat dikonversi menjadi energi seperti listrik. Pengolahan sampah dengan insenerator bertujuan untuk mengurangi volume sampah itu sendiri (Chaidir, 2017).

Terdapat jenis-jenis teknologi insenerasi berdasarkan konsep pembakarannya. Berikut diantaranya:

2.6.1 *Fixed bed Incinerator/Reactor*

Insenerator tipe *fixed bed* merupakan tipe yang konvensional dimana *grate* yang berada dibagian bawah insenerator tersebut tidak bergerak sehingga terdapat bukaan dibagian atas atau samping untuk memasukan sampah dan bukaan lainnya untuk memindahkan bahan yang tidak terbakar (abu, logam, dan sebagainya). Dibawah bagian piringan (*grate*) adalah *ash pit* yaitu tempat untuk menampung abu.

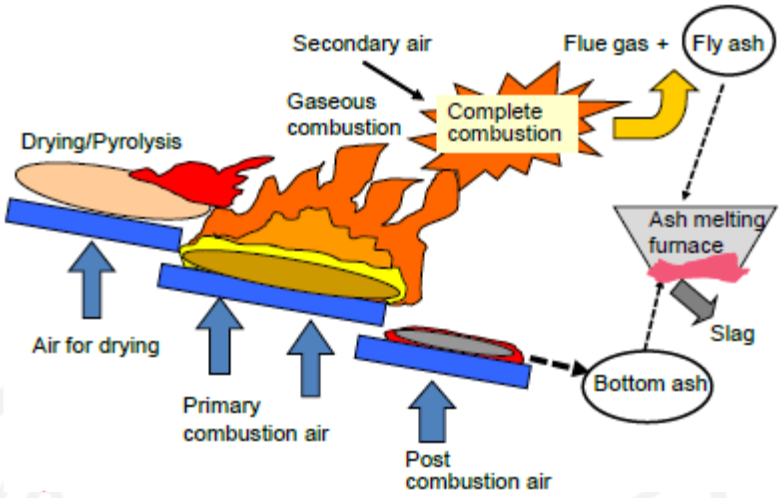


Gambar 3 Insinerator jenis Fixed Bed dan Prinsip Kerjanya

Sumber: Modul Pelatihan Teknologi WtE Termal Insinerasi (2018)

Pada reaktor pembakaran *fixed bed*, tumpukan sampah yang dibakar mempunyai beberapa zona mulai bagian bawah adalah zona pembakaran, zona gasifikasi, zona pirolisa dan zona pengeringan pada bagian paling atas. Sebagian gas hasil pembakaran mengalami reaksi gasifikasi dengan bantuan panas eksotermis hasil pembakaran. Selanjutnya gas panas ini mengalir ke atas melewati zona pirolisa dimana pada zona ini terjadi proses penguapan bahan menguap sampah kering yang berasal dari zona pengeringan. Pada tahap akhir gas panas dan bahan menguap mengalir ke zona pengeringan sehingga sampah mengalami dehidrasi sebelum dibuang ke keluar. Sampah kering hasil dehidrasi turun ke zona pirolisa baik secara gravitasi atau dengan bantuan mekanis. Produk dari zona pirolisa berupa arang mengalir ke zona pembakaran (Ripal, 2021).

2.6.2 *Moving Grate* (MG) *Incinerator* (*Stoker*)



Gambar 4 Tipe pembakaran stoker dengan moving grate (piringan yang bergerak)

Sumber: Modul Pelatihan Teknologi WtE Termal Insinerasi (2018)

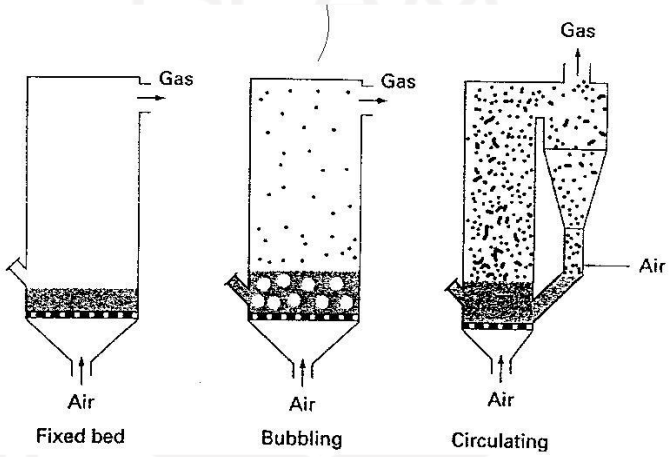
Moving Grate (MG) *Incinerator* merupakan insenerator dengan sampah yang bergerak dengan *conveyor* secara otomatis sampai ke ruang pembakaran sehingga terjadi pembakaran yang efektif dan sempurna. Insenerator tipe ini memiliki distribusi udara yang baik sehingga dapat membakar 35 metrik ton sampah per jam dan dapat dibangun sampai kapasitas 1.200 ton/hari. Tipe *moving grate stoker* tidak membutuhkan *pre-treatment*, sehingga dapat mengolah sampah dengan variasi dan jumlah yang besar (Manis, 2016).

Pada tipe *moving grate* ini, pembakaran terdiri dalam tiga zona, yaitu zona pengeringan (*drying*), pembakaran (*combustion*), dan pasca pembakaran (*post-combustion*). Pada zona pengeringan, sampah dikeringkan terlebih dahulu sebelum masuk dalam tahap pembakaran. Pengeringan dilakukan bahan-bahan *volatile* atau bahan yang mudah menguap seperti uap air yang terkandung pada sampah kemudian dapat ber-evaporasi. Dalam zona pembakaran, sampah terbakar secara sempurna mengalami distilasi kering yang dilanjutkan dengan oksidasi aktif pada suhu tinggi, dan menghasilkan *flue gas*. Kemudian fase pasca pembakaran akan membakar sisa sampah yang belum terbakar dan tersisa pada abu insinerator hingga habis (Ripal, 2021).

2.6.3 *Fluidized bed* (FB) *Incinerator*

Fluidized bed incinerator (ruang bakar dasar fluida) adalah insenerator yang memiliki sebuah ruang bakar menggunakan media pengaduk berupa pasir seperti

pasir kuarsa atau pasir silika, sehingga akan terjadi pencampuran (*mixing*) yang homogen antara udara dengan butiran-butiran pasir tersebut. Pencampuran yang konstan antara partikel-partikel mendorong terjadinya laju perpindahan panas yang sangat cepat serta terjadinya pembakaran sempurna. Material pasir yang digunakan sebagai pengaduk tersuspensi dalam aliran udara yang mengalir ke atas sehingga terjadi turbulensi yang tinggi yang meningkatkan pembakaran dan perpindahan panas yang efisien pada pencampuran sampah dengan material pengaduk (Caneghem, 2012).



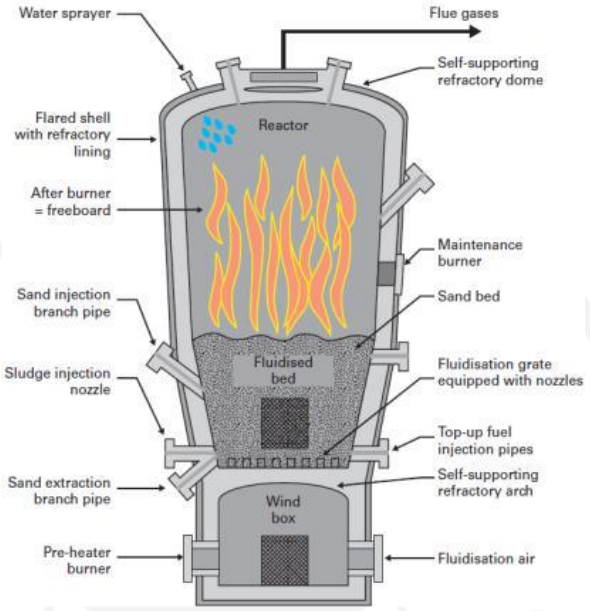
Gambar 5 Proses fluidisasi tipe bubbling dan circulating

Sumber: Modul Pelatihan Teknologi WtE Termal Insinerasi (2018)

Pada insenerator jenis ini melibatkan beberapa tahapan diantaranya pengeringan, gasifikasi, dan pembakaran sampah. Hal ini dilakukan dengan membuat kondisi statis dimana pasir panas atau material semacamnya dicampur ke material dasar untuk menciptakan panas potensial. Dikarenakan sampah bersentuhan dengan material dasar yang statis, sangat mudah untuk mengolah sampah dengan kadar air tinggi dan/atau bernilai kalor rendah. Selain itu, aliran sampah plastik dan sampah bernilai kalor tinggi lainnya menyebarkan panas secara merata di seluruh dasar ruang bakar.

Fluidized bed incinerator berbentuk tegak lurus, vertikal dengan kerangka baja yang dilapisi bahan tahan api, berisi hamparan pasir (*sand bed*) dan distributor untuk fluidasi udara. *Fluidized bed incinerator* normalnya tersedia dalam ukuran berdiameter dari 9 sampai 34 feet (3-11 meter). Pembakaran dengan teknologi

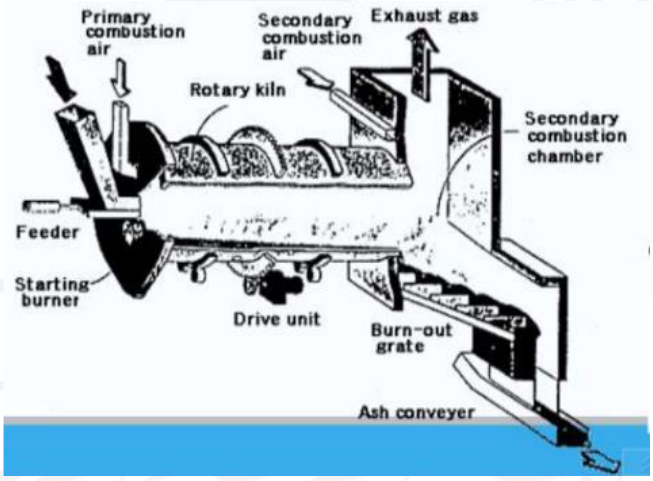
fluidized bed merupakan satu rancangan alternatif untuk pembakaran limbah padat (BPSDM, 2018).



Gambar 6 Skematik Fluidized bed Incinerator dengan Water Spray

Sumber: Modul Pelatihan Teknologi WtE Termal Insinerasi (2018)

2.6.4 *Rotary Kiln Incinerator*



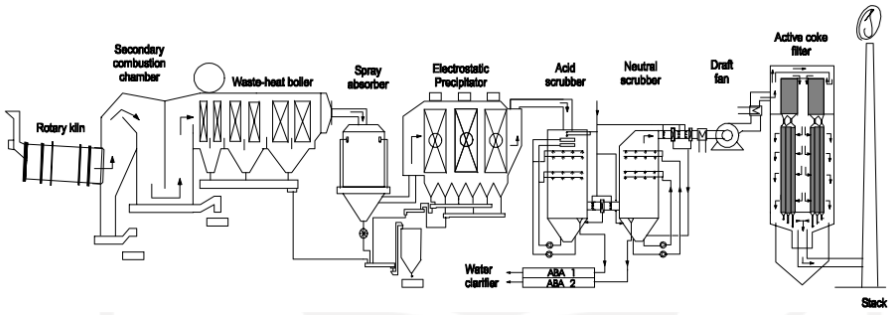
Gambar 7 Insinerasi jenis rotary kiln

Sumber: Modul Pelatihan Teknologi WtE Termal Insinerasi (2018)

Rotary kiln incinerator cocok untuk mengurangi jumlah timbulan sampah yang memiliki kandungan air yang cukup tinggi dan volumenya cukup besar. Jenis insenerator ini memiliki bagian pembakaran utama berupa silindris dengan posisi kemiringan tertentu. Posisi dengan kemiringan tersebut dimaksudkan untuk

mempermudah pencampuran limbah dengan udara yang disirkulasi. Insenerator tipe ini biasanya dilengkapi dengan sistem injeksi kapur atau basa untuk menetralkan gas-gas yang bersifat asam (Rahayu, 2011).

Silindris pada *rotary kiln incinerator* memiliki kerangka yang dilapisi material refraktori, yang terpasang pada sudut kemiringan rendah. Sudut kemiringan pada insenerator ini menyebabkan meningkatnya efektifitas pencampuran antara sampah dengan udara dalam jumlah yang sedikit. *Rotary kiln* pada umumnya memerlukan suatu ruang bakar sekunder (*after-burner*) untuk memastikan hancurnya unsur-unsur yang berbahaya secara menyeluruh dan pembakaran yang sempurna.



Gambar 8 Skema Ruang Bakar Rotary Kiln

Sumber: Modul Pelatihan Teknologi WtE Termal Insinerasi (2018)

Ruang bakar sekunder pada umumnya memiliki tipe *stoker* (*moving grate*) yang dipasang setelah *rotary kiln*. Sehingga *rotary kiln* pada umumnya dikombinasikan dengan *moving grate* untuk mendapatkan karakteristik pembakaran yang baik. Ruang utama berfungsi untuk terjadinya pembakaran limbah padat menjadi gas. Reaksi pembakaran fasa gas disempurnakan di dalam ruang sekunder. Kedua ruang utama dan sekunder secara umum dilengkapi dengan sistem bahan bakar pembantu (*auxilliary burner*). Abu dari proses insinerasi kemudian keluar melalui *ash conveyor* yang berada di bawah ruang bakar (BPSDM, 2018).

2.7 Kondisi Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (TPST) di Indonesia

Secara keseluruhan sistem manajemen pengeloaan sampah di Indonesia baik itu di kota besar maupun di kota kecil terkendala dalam banyak aspek penting yaitu

dari segi hukum, kelembagaan, operasional, pembiayaan serta peran serta masyarakat dan pihak swasta. Hal-hal tersebut menyebabkan pengelolaan sampah di Indonesia belum dapat teratasi dengan baik di beberapa tempat. Untuk dapat sedikit memberi gambaran mengenai pengelolaan sampah di Indonesia berikut merupakan kondisi dari beberapa TPST di Indonesia (Uswatun, 2014).

2.7.1 Tempat Pengolahan Sampah (TPST) Sampahku Tanggung Jawabku (Samtaku), Bali

Sistem pengelolaan sampah di TPST Samtaku memiliki 3 proses pengelolaan yaitu pengumpulan, pengangkutan dan pemrosesan akhir di TPST. Pewadahan di TPST Samtaku dibedakan berdasarkan warna wadah yang dilengkapi dengan gambar jenis sampahnya agar lebih informatif. Setelah dilakukan pewadahan sampah akan diolah secara terpisah tergantung dari jenis sampahnya. Untuk jenis sampah organik akan melalui proses pengomposan yang akan dioalah di fasilitas TPST Samtaku, untuk sampah yang memiliki nilai jual akan didaur ulang di fasilitas yang berbeda dengan sampah organik, sedangkan untuk sampah lainnya akan diangkut menuju kontainer TPST Samtaku.

Antusiasme masyarakat dalam pengelolaan sampah di TPST Samtaku sangat tinggi dikarenakan masyarakat merasakan dampaknya secara langsung. Sampah-sampah di pemukiman masyarakat berkurang drastis dan kehidupan masyarakat dari segi ekonomi menjadi lebih optimal. Hal tersebut didukung dengan manajemen pengelolaan sampah yang baik berdasarkan 5R (*Reduce, Reuse, Recycle, Recover and Repair*) (Adia, 2021).

2.7.2 Tempat Pengolahan Sampah (TPST) Bantargebang, Bekasi

Pengelolaan sampah di TPST Bantargebang menerapkan pendekatan *landfill mining* dalam memperluas kapasitas lahan dan menambah umur dari TPST Bantargebang. Produk dari pengolahan sampah di TPST Bantargebang adalah kompos yang dimanfaatkan kembali untuk penghijauan wilayah TPST dan juga sebagai *cover soil*. Untuk sampah anorganiknya sendiri akan dipilah kemudian diolah menggunakan teknologi *refused derived fuel* (RDF), dimanfaatkan (*recycle*) ataupun diinsinerasi di PLTSa. Namun diperkirakan TPST Bantargebang akan tutup pada tahun 2021 dikarenakan volume sampah yang masuk perharinya rata-

rata sekitar 7000 ton sampai 8000 ton. Masuknya sampah yang tinggi tiap harinya menyebabkan kapasitas tampung TPST Bantargebang terus mengecil dimana kapasitas maksimumnya adalah sebesar 49 juta ton dan kini hanya menyisakan 10 juta ton (Tatan, 2020).

2.7.3 Tempat Pengolahan Sampah (TPST) Piyungan, Yogyakarta

TPST Piyungan sudah beroperasi sejak tahun 1995 dan seharusnya sudah tidak beroperasi lagi pada tahun 2012. Pengelolaan sampah di TPST Piyungan hanya terbatas pada sistem c*ontrol landfill* dimana sampah yang masuk akan ditimbang terlebih dahulu kemudian langsung dilakukan proses penumpukan, pengurugan dan penimbunan. Pengolahan sampah organik yang masuk ke TPST Piyungan berfokus pada pembusukan alami dan untuk sampah yang masih memiliki nilai jual akan diambil oleh pemulung. Seharusnya berdasarkan peraturan yang berlaku lokasi badan sampah harus bebas dari pihak luar namun karena kurang tegasnya pengelola menerapkan peraturan tersebut menyebabkan banyaknya pemulung yang masuk ke area badan sampah setiap harinya (Novi, 2017).

BAB III
METODE PERENCANAAN

3.1 Diagram Alir Perencanaan

Alur perencanaan TPST Kulon Progo dimulai dengan mencari dan mempelajari literasi-literasi terkait perencanaan TPST dan sejenisnya. Setelah itu dilakukan pemilihan lokasi untuk perencanaan TPST berdasarkan RTRW atau masterplan sampah suatu daerah dan melakukan pemilihan teknologi pengolahan sampah yang akan digunakan nantinya. Setelah itu, melakukan pengumpulan data seperti jumlah penduduk, timbulan sampah dan komposisi sampah sebagai penunjang dalan mendesain TPST dan kemudian disusun dalam sebuah laporan. Diagram alir perencanaan secara ringkas dapat dilihat pada tabel berikut :



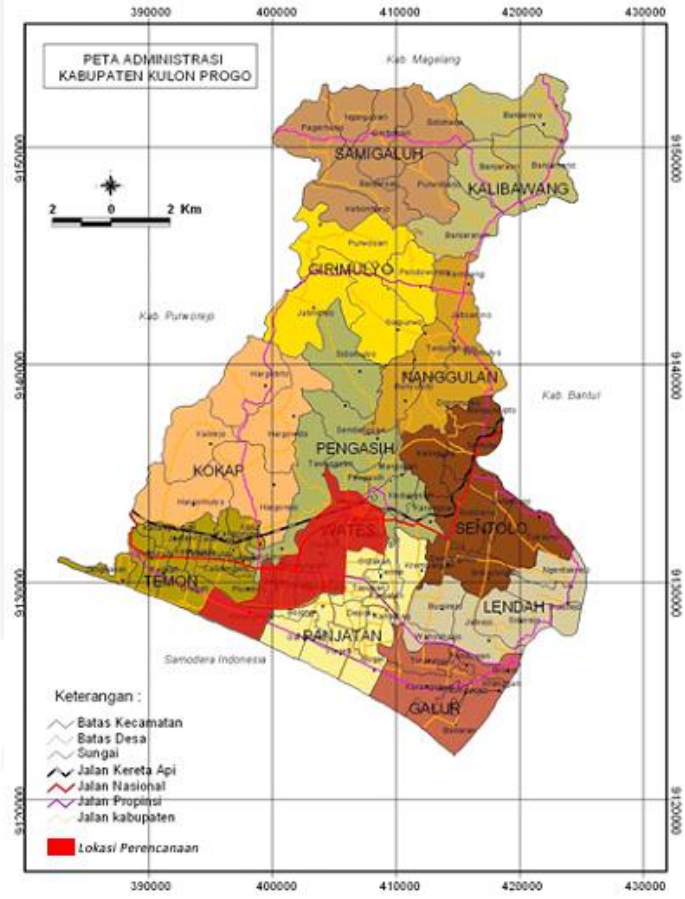
Gambar 9 Diagram Alir Perencanaan

Data yang diambil dalam perencanaan ini berasal dari buku, jurnal ilmiah, dan web resmi. Adapun data yang diambil untuk prencanaan ini meliputi :

1. Jumlah dan komposisi sampah Kabupaten Kulon Progo
2. Data jumlah penduduk dan luas wilayah Kabupaten Kulon Progo
3. Peta administrasi Kabupaten Kulon Progo
4. RTRW Kabupaten Kulon Progo

3.2 Lokasi Perencanaan Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (TPST)

Lokasi dari perencanaan TPST ini bertempat di Kapanewon Wates Kabupaten Kulon Progo DI Yogyakarta dan akan melayani sampah dari Kapanewon Wates dan Kapanewon Temon. Pemilihan lokasi tersebut Berdasarkan Peraturan Daerah Kabupaten Kulon Progo nomor 1 Tahun 2012 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Kulon Progo Tahun 2012-2032 dan dalam Rencana Terpadu & Program Investasi Infrastruktur Jangka Menengah Kabupaten Kulon Progo Tahun 2015-2019 bahwa Kapanewon Wates sebagai daerah penyedia pelayanan persampahan.



Gambar 10 Peta Lokasi Perencanaan

Kapanewon Wates merupakan salah satu dari dua belas Kapanewon di Kabupaten Kulon Progo. Kapanewon Wates memiliki luas wilayah 3200,24 ha dan terdiri dari 8 kalurahan yaitu Karangwuni, Sogan, Kulwaru, Ngestiharjo, Triharjo,

Bendungan, Giripeni, dan Wates. Berdasarkan Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Kulon Progo pada tahun 2019 Kapanewon Wates menghasilkan timbulan sampah perhari sebesar 59,27 m^3/hari.

3.3 Teknologi Insenerasi Terpilih

Perbandingan dalam pemilihan teknologi insenerasi terpilih terkait dengan operasional, efisiensi pembakaran, dan beban terhadap lingkungan yang juga sudah disesuaikan dengan lokasi perencanaan. Berikut merupakan tabel dari perbandingan keempat teknologi insenerasi :

Tabel 1 Skoring Perbandingan Teknologi Insinerasi

Kriteria	*Fixed bed Incinerator*	*Moving Grate Incinerator*	*Fluidized bed Incinerator*	*Rotary Kiln Incinerator*
Aspek Teknis				
Ketersediaan Lahan	4	2	4	2
Kemudahan Operasional	3	3	3	2
Efisiensi Termal	2	3	4	3
Kapasitas Pembakaran	1	4	4	3
Aspek Sosial				
Kesiapan SDM dalam Penerapan Teknologi	4	2	3	2
Aspek Lingkungan				
Hasil Sisa Pembakaran	2	3	3	3
Potensi Pencemaran Udara	1	2	3	3
Aspek Ekonomi				
Nilai Investasi Rendah/Minimal	4	1	3	1
Biaya Operasional & Pemeliharaan Rendah	4	1	3	1
Total	25	21	30	20

4 = Sangat Baik
3 = Baik

2 = Cukup
1 = Kurang

Berdasarkan tabel diatas, dapat dilihat untuk teknologi yang mendapatkan skor tertinggi adalah *fluidized bed incinerator*. Diantara teknologi lainnya *fluidized bed incinerator* memiliki efisiensi termal paling baik yaitu sampai 90% dibanding *moving grate incinerator* dan r*otary kiln incinerator* yang memiliki efisiensi termal sampai 85% dan 80%. Meskipun untuk teknologi *moving grate incinerator* dan r*otary kiln incinerator* tidak memerlukan *pre-treatment* dalam pengolahannya namun hal tersebut justru membebani dalam pembiayaan dan pemeliharaan alat. Berbeda dengan *fluidized bed incinerator* yang memiliki desain lebih sederhana sehingga pembiayaan dan pemeliharaan dapat ditekan dari aspek ekonominya.

3.4 Konsep Perencanaan TPST Kulon Progo

Konsep dari pengolahan sampah pada perencanaan TPST Kulon Progo akan berfokus pada pengurangan volume sampah dengan waktu pengolahan yang singkat. Untuk menunjang hal tersebut maka dalam proses pengolahannya akan menggunakan teknologi insinerasi dengan tipe *fluidized bed* (FB) sesuai dengan sub-bab sebelumnya.

Sebelum masuk ke tahap pengolahan, terlebih dahulu perlu melakukan beberapa tahapan yaitu proyeksi jumlah penduduk di area pelayanan TPST Kulon Progo dan perhitungan neraca massa sampah untuk mengetahui karakteristik dan jumlah sampah yang masuk perharinya ke lokasi pengolahan sehingga dapat menentukan alur pengolahan sampah yang nantinya akan digunakan. Setelah itu masuk ketahapan perencanaan dimana luas dari masing-masing sub alur pengolahan akan dihitung untuk kemudian dapat diketahui kebutuhan luas lahan yang diperlukan dalam pembangunan TPST Kulon Progo. Terakhir adalah perhitungan anggaran biaya untuk pembangunan TPST Kulon Progo berdasarkan jumlah bahan material dan alat pengolahan sampah.

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Proyeksi Jumlah Penduduk

Dalam perencanaan TPST di Kabupaten Kulon Progo membutuhkan proyeksi penduduk untuk mengetahui jumlah timbulan sampah yang dihasilkan selama 10 tahun perencanaan. Data proyeksi penduduk yang diperlukan adalah proyeksi penduduk dari Kapanewon Wates dan Kapanewon Temon karena kedua daerah tersebut merupakan daerah pelayanan dari perencanaan TPST ini. Metode yang akan digunakan dalam perhitungan proyeksi penduduk ini adalah dengan membandingkan dari ketiga metode yaitu metode aritmatika, geometrik dan *least square* untuk kemudian dipilih satu metode berdasarkan nilai standar deviasi terendah. Berikut merupakan hasil perhitungan proyeksi penduduk dari Kapanewon Wates dan Kapanewon Temon :

4.1.1 Proyeksi Penduduk Kapanewon Wates

Sebelum melakukan proyeksi penduduk di Kapanewon Wates diperlukan data jumlah penduduk dari 10 tahun sebelumnya. Data yang digunakan merupakan data yang berasal dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kapanewon Wates. Berikut merupakan data jumlah penduduk dari Kapanewon Wates 10 tahun kebelakang :

Tabel 2 Data Jumlah Penduduk Kapanewon Wates 2011-2020

No	Tahun	Jumlah Penduduk	Pertambahan Penduduk	
			Selisih (jiwa)	Persen (%)
1	2011	44667	0	0,00
2	2012	45210	543	1,20%
3	2013	45751	541	1,18%
4	2014	46289	538	1,16%
5	2015	46824	535	1,14%
6	2016	47354	530	1,12%
7	2017	48463	1109	2,29%
8	2018	49090	627	1,28%
9	2019	49279	189	0,38%

10	2020	49292	13	0,03%
Jumlah		472219,00	4625,00	0,10
Rata - rata (r)		47221,90	462,50	0,01

Setelah diketahui data dari jumlah penduduk 10 tahun kebelakang kemudian dapat dilakukan perhitungan menggunakan metode aritmatik, metode geometrik dan metode *least square* sehingga diperoleh nilai standar deviasi dari masing-masing metode dan dipilih nilai deviasi terendah untuk digunakan dalam proyeksi penduduk di Kapanewon Wates. Hasil dari perhitungan nilai deviasi dari ketiga metode dapat dilihat di **Lampiran 1**. Dari dari ketiga metode yang digunakan diperoleh nilai standar deviasi dari masing-masing metode seperti pada tabel berikut :

Tabel 3 Perbandingan Nilai Deviasi Kapanewon Wates

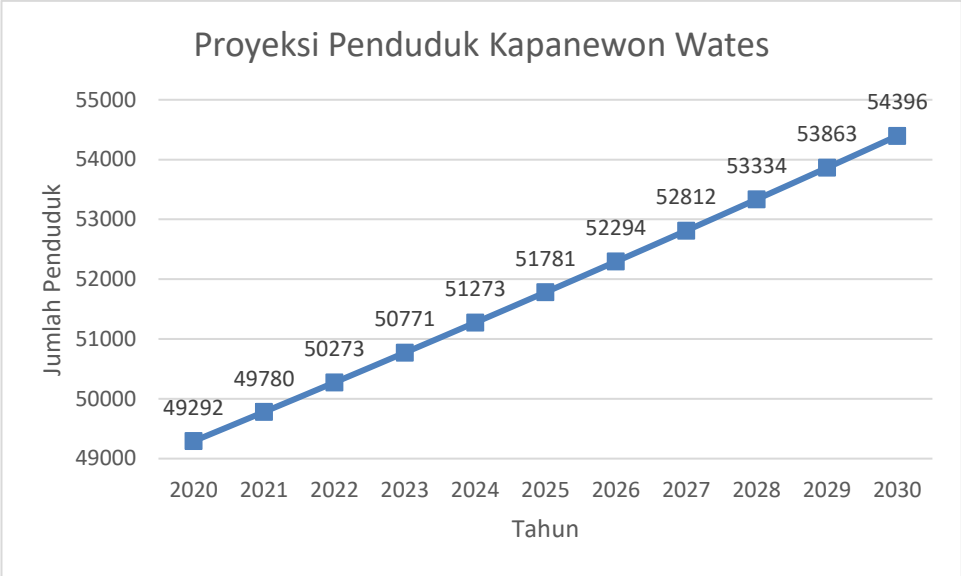
Metode	Standar Deviasi
Aritmatik	1476,03
Geometrik	1334,87
Least Square	1633,81

Berdasarkan nilai standar deviasi diatas metode geometrik memiliki nilai terendah dibanding dua metode lainnya. Sehingga perhitungan proyeksi penduduk untuk Kapanewon Wates menggunakan metode geometrik. Hasil dari proyeksi penduduk Kapanewon Wates dapat dilihat pada tabel dan grafik berikut :

Tabel 4 Proyeksi Penduduk Kapanewon Wates 2021-2030

No	Tahun ke (X)	Tahun	Jumlah Penduduk	Selisih (jiwa)	Persen (%)
1	0	2020	49292	0	0
2	1	2021	49780	488	0,98%
3	2	2022	50273	493	0,98%
4	3	2023	50771	498	0,98%
5	4	2024	51273	503	0,98%
6	5	2025	51781	508	0,98%

7	6	2026	52294	513	0,98%
8	7	2027	52812	518	0,98%
9	8	2028	53334	523	0,98%
10	9	2029	53863	528	0,98%
11	10	2030	54396	533	0,98%



Gambar 11 Grafik Pertumbuhan Penduduk Kapanewon Wates

4.1.2 Proyeksi Penduduk Kapanewon Temon

Sebelum melakukan proyeksi penduduk di Kapanewon Temon diperlukan data jumlah penduduk dari 10 tahun sebelumnya. Data yang digunakan merupakan data yang berasal dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kapanewon Temon. Berikut merupakan data jumlah penduduk dari Kapanewon Temon 10 tahun kebelakang :

Tabel 5 Data Jumlah Penduduk Kapanewon Temon 2011-2020

No	Tahun	Jumlah Penduduk	Pertambahan Penduduk	
			Selisih (jiwa)	Persen (%)
1	2011	24845	0	0,00
2	2012	25147	302	120,09%
3	2013	25450	303	119,06%
4	2014	25750	300	116,50%
5	2015	26048	298	114,40%
6	2016	26343	295	111,98%

7	2017	26960	617	228,86%
8	2018	27310	350	128,16%
9	2019	29402	2092	711,52%
10	2020	29446	44	14,94%
Jumlah		266701,00	4601,00	16,66
Rata - rata (r)		26670,10	460,10	1,67

Setelah diketahui data dari jumlah penduduk 10 tahun kebelakang kemudian dapat dilakukan perhitungan menggunakan metode aritmatik, metode geometrik dan metode *least square* sehingga diperoleh nilai standar deviasi dari masing-masing metode dan dipilih nilai deviasi terendah untuk digunakan dalam proyeksi penduduk di Kapanewon Temon. Hasil dari perhitungan nilai deviasi dari ketiga metode dapat dilihat di **Lampiran 2**. Dari ketiga metode yang digunakan diperoleh nilai standar deviasi dari masing-masing metode seperti pada tabel berikut :

Tabel 6 Perbandingan Nilai Deviasi Kapanewon Temon

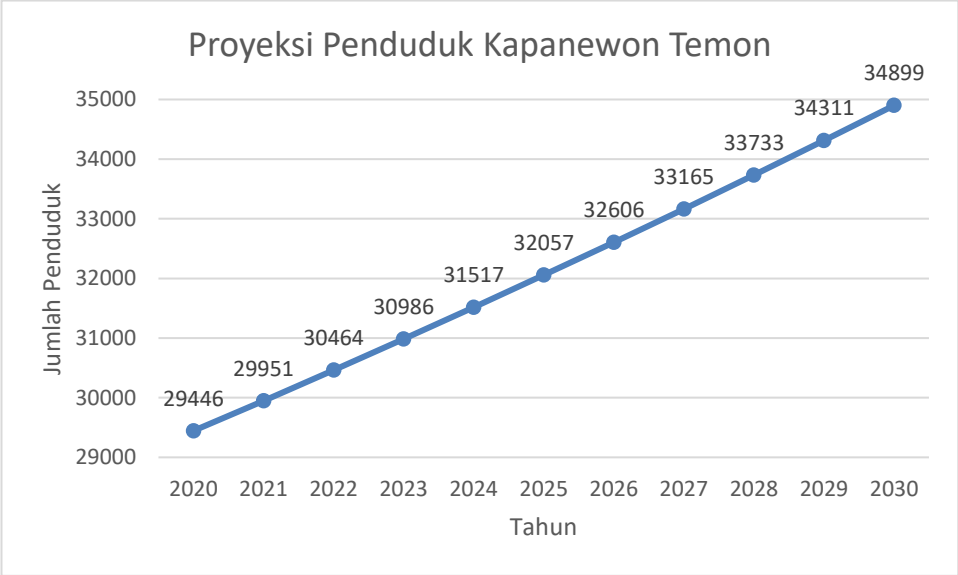
Metode	Standar Deviasi
Aritmatik	1468,37
Geometrik	1332,46
Least Square	1469,55

Berdasarkan nilai standar deviasi diatas metode geometrik memiliki nilai terendah dibanding dua metode lainnya. Sehingga perhitungan proyeksi penduduk untuk Kapanewon Temon menggunakan metode geometrik. Hasil dari proyeksi penduduk Kapanewon Temon dapat dilihat pada tabel dan grafik berikut :

Tabel 7 Proyeksi Penduduk Kapanewon Temon 2021-2030

No	Tahun ke (X)	Tahun	Jumlah Penduduk	Selisih (jiwa)	Persen (%)
1	0	2020	29446	0	0
2	1	2021	29951	505	1,68%
3	2	2022	30464	513	1,68%
4	3	2023	30986	522	1,68%

5	4	2024	31517	531	1,68%
6	5	2025	32057	540	1,68%
7	6	2026	32606	549	1,68%
8	7	2027	33165	559	1,68%
9	8	2028	33733	568	1,68%
10	9	2029	34311	578	1,68%
11	10	2030	34899	588	1,68%



Gambar 12 Grafik Pertumbuhan Penduduk Kapanewon Temon

4.2 Data Timbulan Sampah dan Komposisi Sampah

Untuk mempermudah Perencanaan TPST di Kabupaten Kulon Progo dibutuhkan beberapa data pendukung berupa data timbulan sampah dan komposisi sampah di wilayah pelayanan. Data-data tersebut diperlukan guna mengestimasi sampah yang akan diolah di TPST dan agar mengetahui kapasitas dari alat-alat yang akan digunakan nantinya sehingga dapat diproses dengan baik untuk meminimalisir sampah yang masuk ke TPA. Data timbulan sampah di Kabupaten Kulon Progo diambil dari Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Kabupaten Kulon Progo tahun 2020. Secara rinci jumlah timbulan sampah yang dihasilkan perhari dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 8 Timbulan Sampah Kabupaten Kulon Progo 2020

No	Kapanewon	Jumah Penduduk	Timbulan Sampah (m3/hari)
1	Temon	29340	32,97
2	Wates	49292	59,27
3	Panjatan	39073	54,41
4	Galur	33120	28,32
5	Lendah	41453	48,48
6	Sentolo	50497	59,78
7	Pengasih	52174	60,87
8	Kokap	36587	38,99
9	Girimulyo	25140	27,59
10	Nanggulan	30969	36,27
11	Samigaluh	28579	33,86
12	Kalibawang	30783	32,04
Total		447007	512,85

Sumber: Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Kulon Progo 2020

Sementara untuk data komposisi sampah diambil dari Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPN) Kabupaten Kulon Progo tahun 2020 pada tabel berikut :

Tabel 9 Komposisi Sampah Kabupaten Kulon Progo 2020

Komposisi Sampah	
Sisa Makanan	67,18%
Kertas-Karton	12,60%
Plastik	17,22%
Logam	1,68%
Kain	0,21%
Kaca	1,11%

Sumber: SIPSN 2020

Berdasarkan data tersebut dapat dilihat bahwa sampah sisa makanan atau sampah organik merupakan sampah yang paling banyak dihasilkan dibanding jenis-jenis sampah lainnya. Hal tersebut dikarenakan Kabupaten Kulon Progo merupakan wilayah yang berfokus pada komoditas pertanian.

4.3 Neraca Massa Sampah

Neraca massa sampah merupakan perhitungan dari semua sampah yang akan masuk ke TPST baik itu sampah yang diolah, didaur ulang, dijual dan atau yang akan masuk ke TPA. Untuk membuat neraca massa sampah terlebih dahulu diperlukan total timbulan sampah hasil proyeksi 10 tahun kedepan sehingga dari total timbulan sampah tersebut dapat diketahui berat dan volume sampah tiap komponen. Setelah diketahui masing-masing berat dan volume sampah tiap komponen dapat dihitung untuk berapa total sampah yang akan diolah dan residu yang dihasilkan dari pengolahan sampah tersebut.

4.3.1 Proyeksi Timbulan Sampah

Berdasarkan data dari sub bab sebelumnya, timbulan sampah perhari dari Kapanewon Wates dan Kapanewon Temon adalah 59,27 m3/hari dan 32,97 m3/hari. Timbulan sampah tersebut merupakan rata-rata sampah yang masuk ke TPS tiap harinya. Dari data tersebut dapat diketahui timbulan sampah per orang per harinya dengan membagi jumlah rata-rata volume sampah per hari dengan jumlah penduduk hasil proyeksi. Berikut ini merupakan perhitungan timbulan sampah per orang per hari di Kapanewon Wates dan Kapanewon Temon.

Kapanewon Wates :

Timbulan sampah per orang (L/hari.jiwa) $= \frac{\sum \text{timbulan sampah}}{\sum \text{penduduk}}$ (1)

$= \frac{59{,}27 \text{ m3/hari} \times 1000}{54396 \text{ jiwa}}$

$= 1{,}202$ L/hari.jiwa

Timbulan sampah per orang (Kg/hari.jiwa) $= \frac{\text{Timbulan sampah} \times \text{densitas sampah}}{1000 \text{ L/m3}}$ (2)

$= \frac{1{,}202 \text{ L/hari.jiwa} \times 200 \text{ kg/m3}}{1000 \text{ L/m3}}$

$= 0{,}240$ kg/hari.jiwa

Kapanewon Temon :

Timbulan sampah per orang (L/hari.jiwa) = $\frac{\sum \text{timbulan sampah}}{\sum \text{penduduk}}$ (1)

$= \frac{32{,}97 \text{ m3/hari} \times 1000}{34899 \text{ jiwa}}$

$= 0{,}945$ L/hari.jiwa

Timbulan sampah per orang (Kg/hari.jiwa) = $\frac{\text{Timbulan sampah} \times \text{densitas sampah}}{1000 \text{ L/m3}}$ (2)

$= \frac{32{,}97 \text{ L/hari.jiwa} \times 200 \text{ kg/m3}}{1000 \text{ L/m3}}$

$= 0{,}189$ kg/hari.jiwa

Setelah diketahui timbulan sampah per orang per hari kemudian dikalikan dengan jumlah penduduk hasil proyeksi untuk mengetahui proyeksi timbulan sampah dari Kawanewon Wates dan Kapanewon Temon selama 10 tahun mendatang. Berikut merupakan tabel dari proyeksi timbulan sampah di Kapanewon Wates dan Kapanewon Temon :

Tabel 10 Proyeksi Timbulan Sampah Kapanewon Wates 2021-2030

No	Tahun	Jumlah Penduduk	Timbulan Sampah Sampah (L/org.hr)	
			kg/hari	m3/hari
1	2021	49780	11971,37	59,86
2	2022	50273	12089,9	60,45
3	2023	50771	12209,61	61,05
4	2024	51273	12330,5	61,65
5	2025	51781	12452,59	62,26
6	2026	52294	12575,89	62,88
7	2027	52812	12700,41	63,50
8	2028	53334	12826,16	64,13
9	2029	53863	12953,16	64,77
10	2030	54396	13081,41	65,41

Tabel 11 Proyeksi Timbulan Sampah Kapanewon Temon 2021-2030

No	Tahun	Jumlah Penduduk	Timbulan Sampah Sampah (L/org.hr)	
			kg/hari	m3/hari
1	2021	29446	5563,67	27,82
2	2022	29951	5659,01	28,30
3	2023	30464	5755,98	28,78
4	2024	30986	5854,61	29,27
5	2025	31517	5954,93	29,77
6	2026	32057	6056,97	30,28
7	2027	32606	6160,76	30,80
8	2028	33165	6266,32	31,33
9	2029	33733	6373,70	31,87
10	2030	34311	6482,91	32,41

4.3.2 Neraca Sampah

Setelah diketahui total sampah yang dihasilkan perharinya kemudian dilakukan perhitungan untuk mencari tahu total sampah berdasarkan jenisnya dengan mengkalikan total timbulan sampah perhari dengan persentase dari komposisi sampah di Kabupaten Kulon Progo. Untuk hasil dari total sampah berdasarkan jenisnya dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 12 Jumlah Timbulan Sampah berdasarkan Komposisi

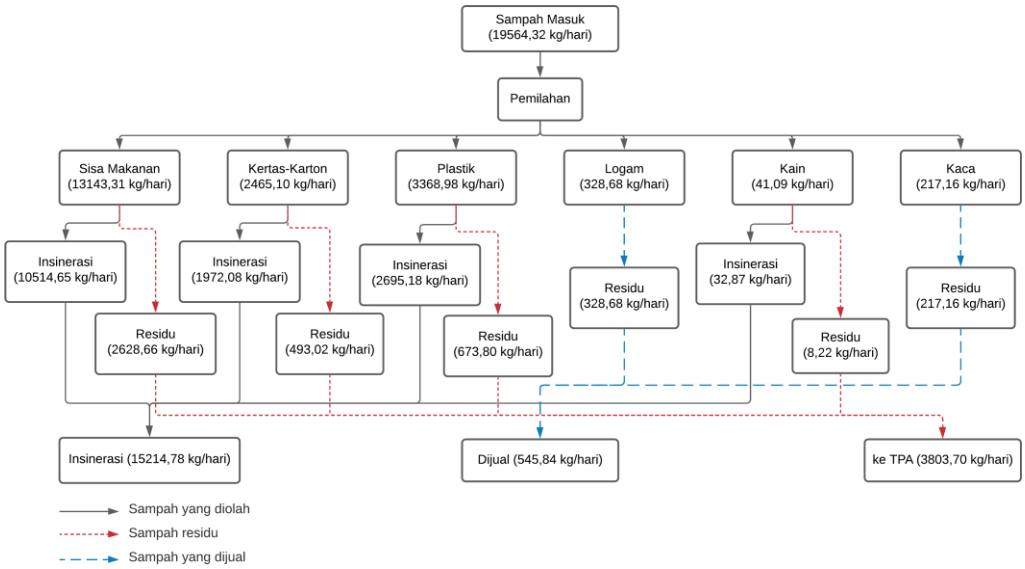
Komposisi	Persentase Rata-rata (%)	Berat Sampah Total (kg)	Berat Komponen (kg)	Volume Sampah Total (m3)	Volume Komponen (m3)
Sisa Makanan	67,18%	19564,32	13143,31	97,82	65,72
Kertas-Karton	12,60%		2465,10		12,33
Plastik	17,22%		3368,98		16,84
Logam	1,68%		328,68		1,64
Kain	0,21%		41,09		0,21
Kaca	1,11%		217,16		1,09
Total			19564,32		97,82

Teknologi yang direncakan dalam pengolahan sampah di TPST Kulon Progo adalah dengan menggunakan teknologi insenerasi dengan tipe *fluidized bed* (FB). Sehingga untuk total reduksi sampah setelah pengolahan dan total sampah yang tidak bisa diolah dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 13 Total Reduksi Sampah

Komposisi	**Berat Komponen (kg)**	**Volume Komponen (m3)**	**Reduksi Berat (%)**	**Reduksi Volume (%)**	**Berat Recovery (kg)**	**Volume Recovery (m3)**	**Berat Residu (kg)**	**Volume Residu (m3)**
Sisa Makanan	13143,31	65,72	80%	95%	10514,65	62,43	2628,66	3,29
Kertas-Karton	2465,10	12,33	80%	95%	1972,08	11,71	493,02	0,62
Plastik	3368,98	16,84	80%	95%	2695,18	16,00	673,80	0,84
Logam	328,68	1,64	0%	0%	0,00	0,00	328,68	1,64
Kain	41,09	0,21	80%	95%	32,87	0,20	8,22	0,01
Kaca	217,16	1,09	0%	0%	0,00	0,00	217,16	1,09
Total	19564,32	97,82			15214,78	90,34	4349,54	7,48

Sehingga berdasarkan tabel diatas, secara keseluruhan neraca massa sampah tiap harinya dari mulai sampah masuk, sampah yang diolah, sampah yang tidak diolah sampai residu yang dihasilkan dapat dilihat dalam diagram neraca massa sampah berikut :



Gambar 13 Neraca Massa Sampah TPST Kulon Progo

4.4 Lokasi Tempat Pengolahan Sampah (TPST)

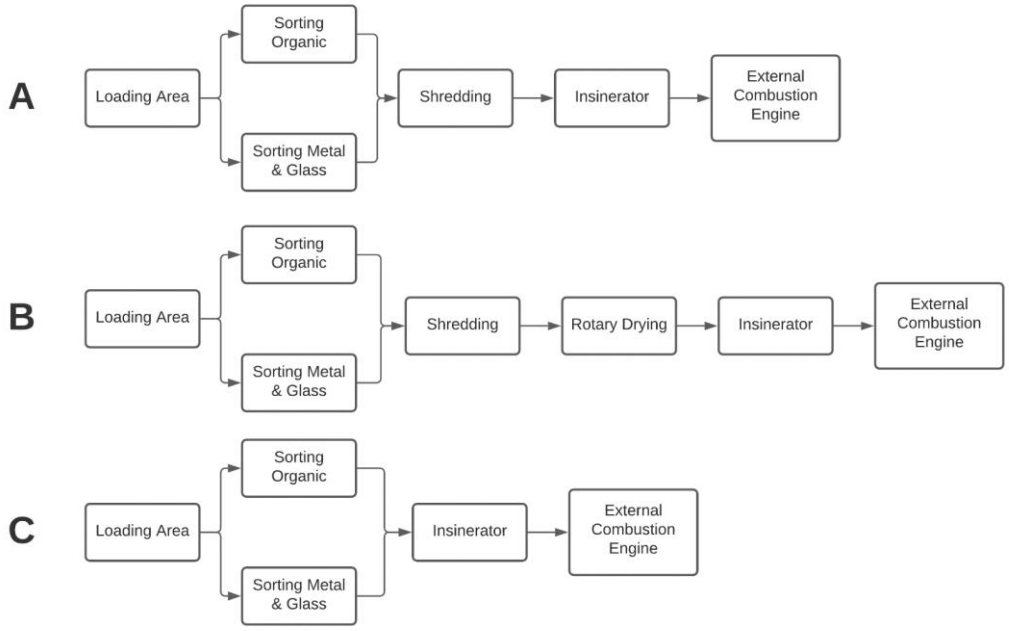
Kapanewon Wates berdasarkan Penataan Ruang Wilayah dalam RTRW Kabupaten Kulon Progo Tahun 2012-2032 (Perda No. 1 Tahun 2012) merupakan kawasan minapolitan dan pertumbuhan ekonomi dimana kawasan tersebut merupakan kawasan yang berfungsi dalam pertumbuhan ekonomi di Kulon Progo. Dalam Rencana Terpadu dan Program Investasi Infrastruktur Jangka Menengah Kabupaten Kulon Progo Tahun 2015-2019, penyedia pelayanan persampahan di Kapanewon Wates berada di Kalurahan Bendungan, Giripeni dan Triharjo. Untuk lokasi Tempat Pengolahan Sampah (TPST) Kulon Progo direncanakan dibangun di Kalurahan Giripeni Kapanewon Wates.



Gambar 14 Lokasi Pembangunan TPST Kulon Progo

4.5 Pemilihan Alur Pengolahan Sampah

Dalam perencanaan pembangunan TPST di Kulon Progo, sampah yang diolah menggunakan teknologi insinerasi dengan tipe *fluidized bed* (FB). Agar pengolahan sampah mendapatkan hasil yang optimal dalam alur pengolahannya diperlukan beberapa pengolahan awal seperti pemilahan, pencacahan, pemadatan dan sebagainya sebelum sampah masuk kedalam insinerator. Untuk mendapatkan alur pengolahan yang baik dari segi teknis, lingkungan, ekonomi dan sosial maka direncanakan 3 alternatif pengolahan sampah untuk kemudian dipilih berdasarkan pertimbangan dari aspek-aspek sebelumnya. Berikut merupakan alternatif pengolahan yang direncanakan pada pengolahan TPST Kulon Progo :



Gambar 15 Alternatif Alur Pengolahan Sampah

Setelah dilakukan analisis dari ketiga alternatif pengolahan diatas kemudian dipilih salah satu untuk kemudian digunakan dalam perencanaan pengolahan sampah di TPST Kulon Progo. Ada beberapa aspek yang digunakan dalam pemilihan alternatif pengolahan seperti aspek teknis, sosial, lingkungan dan ekonomi. Berikut merupakan tabel dari skroring alternatif pengolahan sampah :

Tabel 14 Skoring Pemilihan Alternatif Alur Pengolahan Sampah

Kriteria	Alur A	Alur B	Alur C
Aspek Teknis			
Ketersediaan Lahan	4	4	4
Pola Penangan Awal	4	4	3
Kemudahan Operasional	3	2	4
Total Waktu Proses	4	3	4
Aspek Sosial			
Kesiapan SDM dalam Penerapan Teknologi	2	2	2
Penyerapan Tenaga Kerja	3	4	2
Aspek Lingkungan			
Potensi Pencemaran Udara	4	4	4
Segi Estetika/Keindahan Lingkungan	3	3	3

Aspek Ekonomi			
Nilai Investasi Rendah/Minimal	3	2	4
Biaya Operasional & Pemeliharaan Rendah	3	2	4
Meningkatkan Manfaat Langsung kepada Masyarakat	4	4	2
Total	37	34	36

4 = Sangat Baik
3 = Baik
2 = Cukup
1 = Kurang

Berdasarkan tabel skoring diatas maka alur pengolahan sampah yang akan digunakan di TPST Kulon Progo adalah alur A.

4.6 Proses Pengolahan Sampah dengan Teknologi Insinerasi

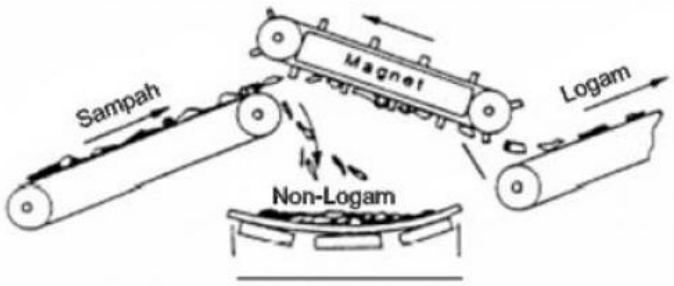
Pada perencanaan TPST di Kulon Progo menggunakan teknologi insinerasi. Sebelum sampah dimasukan kedalam tungku pembakar insinerator, sampah terlebih dahulu melalui proses *pre-treatment*. Proses tersubut bertujuan untuk memisahkan sampah yang tidak dapat diolah menggunakan insinerartor dan agar mendapatkan pembakaran yang stabil dengan menyamakan ukuran sampah yang akan diproses. Untuk pengolahan sampah di TPST Kulon Progo secara rinci dari mulai sampah datang sampai proses pengolahannya dijelaskan dalam sub bab berikut :

4.6.1 *Loading Area*

Sampah yang datang ke TPST Kulon Progo kemudian dimasukan kedalam area penerimaan sampah. Area tersebut bertujuan untuk memindahkan sampah yang sudah diangkut dan penyimpanan dan pengumpulan sampah sementara. Sampah-sampah tersebut berasal dari daerah pelayanan sampah TPST Kulon Progo yaitu Kapanewon Wates dan Kapanewon Temon. Pengangkutan sampah dari Tempat Penampungan Sementara (TPS) dan bank sampah direncanakan menggunakan dump truck dengan kapasitas sebesar 50 ton. Pengangkutan sampah akan dimulai pukul 7 pagi dan perkiraan sampai ke TPST pada pukul 10 pagi untuk selanjutnya masuk ke proses lainnya.

4.6.2 *Sorting Area*

Sampah yang sudah berada dalam loading area kemudian dipindahkan kedalam sorting area. Area tersebut bertujuan untuk memilah sampah yang tidak dapat diproses dengan insinerator. Sampah yang tidak bisa diolah tersebut adalah sampah berjenis logam dan kaca, sampah dengan jenis tersebut akan dipisahkan kembali berdasarkan jenisnya untuk kemudian dijual.



Gambar 16 Skema Pemilahan Sampah Logam

Sampah yang dipilah pertama kali adalah sampah organik dan anorganik. Pemilahan antara sampah organik dan sampah anorganik dilakukan secara manual dengan bantuan *conveyor belt*. Untuk sampah organik akan berada dalam *conveyor belt* yang berbeda dengan sampah anorganik. *Conveyor belt* yang mengangkut sampah anorganik akan dilakukan pemilahan secara mekanik menggunakan alat pemisah sampah logam, alat tersebut memanfaatkan daya magnet untuk memisahkan sampah logam dari sampah anorganik lainnya. Alat pemisah logam tersebut dapat mengangkat beban 0,1 kg sampah 35 kg dan memiliki daya 1,1 kW 50Hz 3 fasa 380V. Setelah sampah logam terpilah dari sampah anorganik kemudian dilakukan pemilahan untuk sampah kaca secara manual mengandalkan tenaga manusia. Proses pemilahan sampah kaca tidak berbeda jauh dengan proses pemilahan antara sampah organik dan sampah anorganik.

4.6.3 *Shredding Area*

Setelah sampah logam dan kaca terpilah, proses selanjutnya dari rencana pengolahan sampah di TPST Kulon Progo adalah pencacahan. Sampah yang sudah dipilah kemudian dicacah dengan tujuan untuk menyamakan ukuran dari tiap-tiap

sampah yang akan masuk kedalam tungku pembakaran sehingga memdapatkan pembakaran yang stabil.

Sampah yang dicacah direncanakan menggunakan mesin penggiling dan penghancur sampah dengan kapasitas 2 ton/jam dengan hasil cacahan 10 - 100 mm. Setelah proses pencacahan selesai kemudian sampah masuk kedalam *screw conveyor* untuk dilanjutkan ke proses selanjutnya yaitu pembakaran menggunakan insinerator.

4.6.4 *Combustion Area*

Tahapan terakhir dari rencana proses pengolahan sampah di TPST Kulon Progo adalah pembakaran menggunakan insinerator tipe *fluidized bed* (FB). insinerator tipe *fluidized bed* (FB) menggunakan media pengaduk berupa pasir seperti pasir kuarsa atau pasir silika, sehingga akan terjadi pencampuran (*mixing*) yang homogen antara udara dengan butiran-butiran pasir sehingga terjadi pencampuran yang konstan dan terjadi laju perpindahan panas yang sangat cepat serta terjadinya pembakaran sempurna. Sampah yang telah dipilah dan dicacah kemudian dimasukan kedalan tungku utama pada insinerator untuk kemudian dilakukan pembakaran dengan suhu sekitar 750 sampai 900°C.

Proses pembakaran menggunakan insinerator tipe *fluidized bed* (FB) terdiri dari tiga tahapan yaitu kondisi awal, pemanasan dan kondisi operasi. Pada kondisi pertama, tungku utama atau tungku bakar memiliki teperatur ruang dengan media pengaduk dan pertukaran kalor berada dalam tungku utama. Pada saat proses pemanasan dibantu dengan *burner* sampai dengan suhu sekitar 750 sampai 900°C, udara bertekanan akan mulai dialirkan dari *blower* kedalam tungku utama dari bagian bawah untuk memfluidasi media pengaduk. Setelah proses pemanasan berada pada suhu operasi kemudian burner dimatikan dan sampah yang telah melalui proses pemilahan dan pencacahan dimasukan kedalam tungku utama. Agar temperatur tunggku utama tetap terjaga maka sampah yang masuk harus diatur pengumpanannya, Kecepatan udara dari *blower* kemudian dinaikan sampai pada tahap *complete fluidization*. Pada kondisi tersebut sampah akan terbakar dengan sendirinya karena media pengaduk didalam tungku utama sudah melewati nyala dari sampah tersebut.

Setelah sebelumnya gas buangan dari sisa hasil pembakaran sampah diproses terlebih dahulu menggunakan *cyclone Separator* selanjutnya direncanakan akan diolah menggunakan *wet scrubber*. Dimana teknologi tersebut dapat mengurangi polutan udara yang dihasilkan dari gas buangan dalam proses pembakaran dengan cara gas sisa yang masuk kedalam *wet scrubber* akan disemprotkan air sehingga partikel-partikel dari gas buangan tersebut dapat mengendap lalu partikulat dapat disisihkan, ukuran dari partikulat yang dapat dipisahkan dari gas sisa adalah partikulat dengan ukuran kurang dari 10 mikron.

4.7 Perhitungan Dimensi Pengolahan

4.7.1 Dimensi *Loading Area*

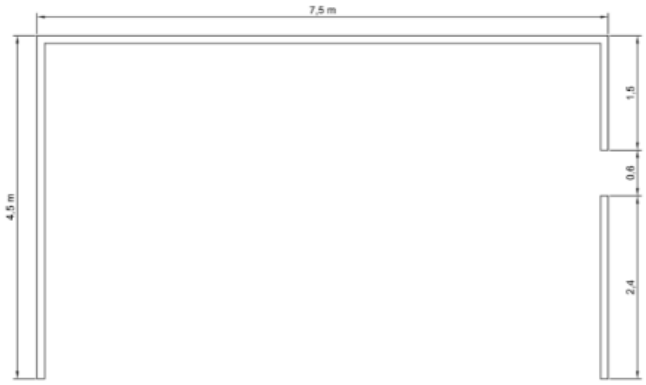
Sampah yang datang akan langsung dipindahkan dari *dump truck* ke *loading area* secara langsung. Oleh karena itu luas *loading area* harus dapat menampung *dump truck* yang masuk beserta muatannya. Hal tersebut dilakukan agar proses pengolahan sampah dapat berjalan dengan cepat dan efisien. Sampah yang sudah masuk kedalam loading area kemudian akan dipindahkan kedalam *conveyor belt* untuk memasuki proses pemilahan.

Sebelum menghitung dimensi *loading area* terlebih dahulu diketahui untuk *dump truck* yang direncanakan akan digunakan dalam pengangkutan sampah adalah *dump truck* tipe 12 *wheeler howo* 8x4 50 ton kapasitas besar 3 as dan dilengkapi dengan iso 9001 *certified*. *Dump truck* tersebut memiliki dimensi panjang 7,3 m, lebar 2,3 m dan tinggi 1,5 m. Sehingga berdasarkan data tersebut maka luas lahan yang dibutuhkan untuk *loading area* adalah :

$$A = P \times L \quad (1)$$
$$= 7{,}2 \text{ m} \times 2{,}3 \text{ m}$$
$$= 16{,}79 \text{ m}^2 \approx 17 \text{ m}^2$$

Luas diatas kemudian digandakan sebagai antisipasi terjadinya *shock loading*.

$$A_{total} = A \times 2 \quad (2)$$
$$= 17 \text{ m}^2 \times 2$$
$$= 34 \text{ m}^2$$



Gambar 17 Luas Loading Area

Sehingga luas untuk *loading area* adalah 34 m^2.

4.7.2 Dimensi *Conveyor Belt*

Untuk perpindahan sampah dalam proses pengolahannya akan dibantu dengan *conveyor belt*. Selain untuk mempermudah perpindahan sampah dari satu titik ke titik lainnya, *conveyor belt* ini juga dapat digunakan dalam proses pemilahan sampah. Dalam proses pengolahan sampah di TPST Kulon Progo direncanakan akan menggunakan beberapa *conveyor belt* dengan ukuran yang telah disesuaikan berdasarkan kebutuhan.

Conveyor belt yang akan digunakan dalam proses pengolahan sampah diantaranya adalah *conveyor belt* untuk proses pemilahan antara sampah organik dan anorganik, *conveyor belt* untuk jalur sampah organik menuju *shredding area*, *conveyor belt* untuk pemilahan sampah logam yang dilengkapi alat pemisah logam, dan *conveyor belt* untuk pemilahan sampah kaca menuju *shredding area*.

Berdasarkan PermenPU No.3 Tahun 2013 tentang Penyelenggaraan Prasarana dan Sarana Persampahan dalam Penanganan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga untuk lebar efektif dari *conveyor belt* minimal adalah 60 cm dan untuk panjangnya dapat disesuaikan sesuai kebutuhan. Sehingga untuk luas lahan untuk dari masing-masing *conveyor belt* adalah sebagai berikut :

Conveyor Belt Sorting Organic

A1 = P x L (1)

= 5 m x 0,6 m

= 3 m^2

Conveyor Belt Sorting Metal

A2 = P x L (2)

= 2 m x 0,6 m

= 1,2 m^2

Conveyor Belt Sorting Glass

A3 = P x L (3)

= 3 m x 0,6 m

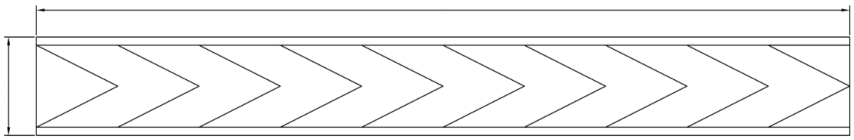
= 1,8 m^2

Conveyor Belt Jalur Organik

A4 = P x L (4)

= 5 m x 0,6 m

= 3 m^2



Gambar 18 Luas Conveyor Belt

Berdasarkan perhitungan masing-masing *conveyor belt* diatas maka luas area total yang dibutuhkan untuk semua *conveyor belt* adalah 9 m^2.

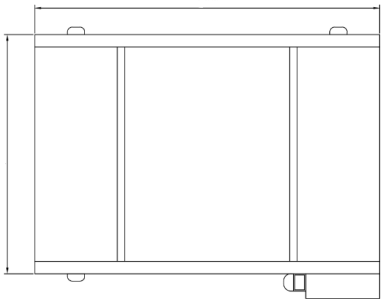
4.7.3 Dimensi *Magnetic Separator*

Magnetic separator digunakan dalam pemisahan sampah logam. Sampah tersebut dipisahkan karena tidak bisa diproses oleh insinerator tipe *fluidized bed* (FB). *Magnetic separator* yang direncanakan memiliki spesifikasi kecepatan <4,5 m/detik kontinyu, daya angkat 0,1 - 35 kg, daya 1,1 kW, 50Hz, 3 fasa 380V dan dimensi 140 x 96,7 x 31,8 cm. Untuk luas total yang dibutuhkan untuk *magnetic separator* adalah sebagai berikut :

A = P x L (1)

= 1,4 m x 0,967 m

= 1,35 m^2 ≈ 1,4 m^2



Gambar 19 Luas Magnetic Separator

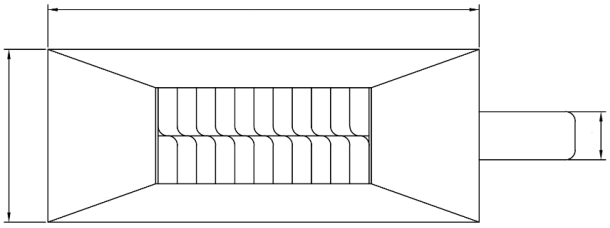
4.7.4 Dimensi *Shredder*

Sampah yang akan memasuki *combustion area* untuk dilakukan pengolahan tahap akhir terlebih dahulu dilakukan pencacahan. Proses pencacahan sampah tersebut menggunakan mesin *shredder*. Mesin *shredder* yang direncanakan akan digunakan di TPST Kulon Progo memiliki dimensi 225 x 90 x 200 cm dengan berat 1800 kg. Mesin tersebut mampu mencacah sampah sampai 2 ton/jam dengan cacahan 10 - 100 mm. Daya dari mesin *shredder* ini adalah sebesar 11 sampai 15 kW, 50Hz, listrik 3 fasa 380V. Untuk luas total yang dibutuhkan untuk mesin *shredder* adalah sebagai berikut :

A = P x L (1)

= 2,25 m x 0,9 m

= 2,03 m^2 ≈ 2 m^2



Gambar 20 Luas Shredder

4.7.5 Dimensi *Screw Conveyor*

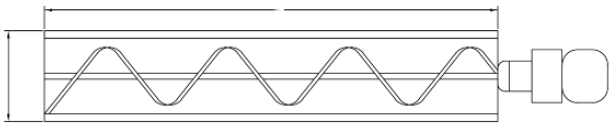
Screw Conveyor digunakan untuk mengangkut sampah yang sudah tercacah menuju insinerator. Dimensi yang digunakan untuk *screw conveyor* ini adalah 300

x 60 x 100 cm sehingga luas lahan yang diperlukan untuk *screw conveyor* adalah sebagai berikut :

A = P x L (1)

= 3 m x 0,6 m

= 1,8 m^2



Gambar 21 Luas Screw Conveyor

4.7.6 Dimensi *Incinerator Fluidized Bed* (FB)

Setelah sampah mengalami serangkaian proses *pre-treatment* dari mulai pemilahan sampai pencacahan, selanjutnya sampah akan diproses dengan pembakaran melalui insinerator. Dalam perhitungan insinerator tipe *fluidized bed* (FB) memerlukan jumlah sampah yang akan diproses perharinya. Untuk sampah yang akan diolah menggunakan insinerator setelah dilakukan pemilahan adalah sebesar 15,2 ton dan waktu operasional untuk TPST Kulon Progo ini adalah selama 8 jam sehingga perjamnya sampah yang diolah adalah 1,9 ton/jam. Sehingga berdasarkan jumlah sampah yang diolah perjamnya dapat dihitung untuk dimensi ruang bakar, kapasitas aktua ruang bakar dan perhitungan waktu tinggal adalah sebagai berikut :

Untuk perhitungan dimensi ruang bakar primer dapat menggunakan rumus :

(1)

$$V_{sc} = \frac{Q.C_{tk}}{q}$$

Sumber: Modul Pelatihan Teknologi WtE Termal Insinerasi (2018)

Dimana :

- Vsc adalah volume ruang bakar primer (m^3)
- Ctk adalah kapasitas rancangan ruang bakar (kg/h)

- Q adalah lower heating value sampah kota (kcal/kg) (setelah dipisahkan, sampah kota memiliki kelembapan 30% dan nilai kalor dari 1,2 kcal/kg menjadi 1,7 kcal/kg)
- q adalah massa jenis termal dari volume ruang bakar (kcal/m3h) (untuk ruang bakar kontinyu, massa jenis termal dari volume ruang bakar dari 80 kcal/m^3h menjadi 150 kcal/m^3h)

Vsc = (Q x Ctk) / q
= (1,7 kcal/kg x 1900 kg) / 80 kcal/m^3h
= 40,4 m^3 ≈ 40 m^3

Untuk perhitungan dimensi ruang bakar sekunder dapat menggunakan rumus :

$$V_{tc} = t_{tk}\ x\ Q \quad (2)$$

Sumber: Modul Pelatihan Teknologi WtE Termal Insinerasi (2018)

Dimana :

- Vtc adalah volume ruang bakar sekunder (m^3)
- ttk adalah waktu penahanan rancangan (≥2 s)
- Q adalah laju aliran udara di ruang bakar sekunder (m^3/s)

Vtc = ttk x Q
= 5 detik x 1,7 kcal/kg
= 8,5 m^3

Untuk perhitungan kapasitas aktual ruang bakar dapat menggunakan rumus :

$$C = \frac{V_{sc} \cdot q}{Q} \quad (3)$$

Sumber: Modul Pelatihan Teknologi WtE Termal Insinerasi (2018)

Dimana :

- C adalah kapasitas aktual ruang bakar (kg/h)
- Vsc adalah volume ruang bakar primer (m^3)
- q adalah massa jenis termal volume ruang bakar (kcal/ m^3h)

- Q adalah lower heating value untuk tiap sampah kota aktual (kcal/kg)

C = $(Vsc \text{ x } q) \ / \ Q$

= (40 m^3 x 80 kcal/m^3h) / 1,7 kcal/kg

= 1902 kg/h

Untuk perhitungan waktu tinggal dapat menggunakan rumus :

$$t = \frac{V_{tc}}{Q} \quad (4)$$

Sumber: Modul Pelatihan Teknologi WtE Termal Insinerasi (2018)

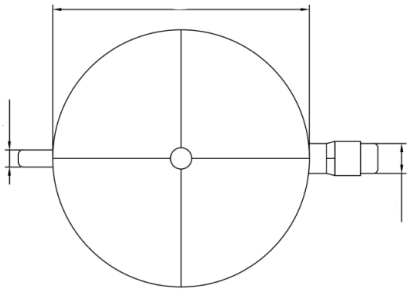
Dimana :

- t merupakan waktu tinggal (detik)
- Vtc merupakan volume ruang bakar sekunder yang secara aktual dihitung (m3)
- Q adalah laju udara di ruang bakar sekunder (m^3/s). Q dapat diekstrapolasi dari laju aliran udara yang diukur pada titik sampel di cerobong atau berdasarkan laju aliran udara dari air ejector fan di belakang ruang bakar sekunder

t = $Vtc \ / \ Q$

= 8,5 m^3 / 1,7 m^3/s

= 5 detik



Gambar 22 Luas Incinerator Fluidized Bed (FB)

luas lahan yang diperlukan untuk insinerator *fluidized bed* (FB) dengan asumsi r = 2 m adalah sebagai berikut :

V = π x r x r t

40 = 3,14 x 2 m x 2 m x t

t = 3,18 m ≈ 3,2 m

A = π x r^2

= 3,14 x 2^2 m

= 12,6 m^2 ≈ 13 m^2

4.7.7 Dimensi *Cyclone Separator*

Gas buangan dari insinerator *fluidized bed* (FB) masih memiliki partikel padat yang dapat mencemari udara sehingga diperlukan *gas cleaning system* yang berfungsi memisahkan partikel-partikel padat dari hasil sisa pembakaran. Dalam perencanaan TPST Kulon Progo untuk *gas cleaning system* akan menggunakan *cyclone separator*. Untuk perencanaan dimensi dari *cyclone separator* kecepatan udara yang disarankan adalah dalam rentang 9 – 27 m/s dengan kecepatan optimum adalah 15 m/s. Sehingga untuk luas lahan yang diperlukan untuk *cyclone separator* beserta bagian-bagiannya adalah sebagai berikut :

Q = v x A (1)

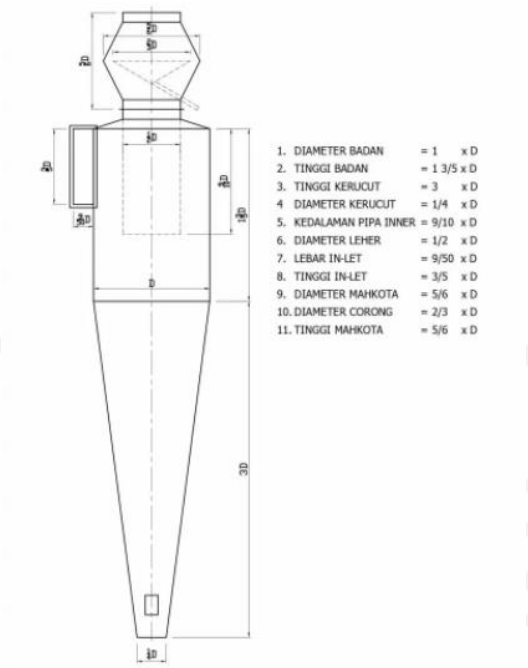
= 15 m/s x 0,25 m^2

= 3,75 m^3/s

d = (5,7 x Q / v)^1/2 (2)

= (5,7 x 3,75 m^3/s / 9 m/s)^1/2

= 1,2 m^2



Gambar 23 Perhitungan Bagian Cyclone Separator

Untuk menghitung bagian-bagian dari cyclone separator adalah sebagai berikut :

Dimensi Badan = 1 x d
= 1 x 1,2 m
= 1,2 m

Tinggi Badan = 1 3/5 x d
= 1 3/5 x 1,2 m
= 1,9 m

Tinggi Kerucut = 3 x d
= 3 x 1,2 m
= 2,4 m

Diameter Kerucut = 1/4 x d
= 1/4 x 1,2 m
= 0,3 m

Kedalaman Pipa Inlet = 9/10 x d
= 9/10 x 1,2 m
= 1,1 m

Diameter Leher = 1,2 x d
= 1,2 x 1,2 m
= 0,6 m

Lebar Inlet = 9/50 x d
= 9/50 x 1,2 m
= 0,2 m

Tinggi Inlet = 3/5 x d
= 3/5 x 1,2 m
= 0,7 m

Diameter Mahkota = 5/6 x d
= 5/6 x 1,2 m
= 1 m

Diameter Corong = 2/3 x d
= 2/3 x 1,2 m
= 0,8 m

Diameter Corong = 2/3 x d
= 2/3 x 1,2 m
= 0,8 m

Tinggi Mahkota = 5/6 x d
= 5/6 x 1,2 m
= 1 m

4.8 Bangunan Pelengkap dan Total Kebutuhan Luas Lahan

Dalam perencanaan TPST di Kulon Progo akan dibangun juga beberapa bangunan pelengkap. Bangunan pelengkap ini bertujuan sebagai area pendukung operasional dan administrasi. Untuk luas lahan yang dibutuhkan akan mengacu pada Diseminasi dan Sosialisasi Keteknikan Bidang PLP PU tahun 2013 yang membahas tentang perencanaan, pelaksanaan dan operasi pemeliharaan prasarana dan sarana persampahan yang meliputi pengolahan *leachate*, *clean development mechanism*, rehabilitasi dan penutupan TPA. Berikut merupakan kebutuhan lahan dari beberapa bangunan pelengkap :

Tabel 15 Luas Lahan Bangunan Pelengkap

No	Kebutuhan Lahan untuk Kapasitas 20/30 ton/hari	
1	Pos Jaga	4 m^2
2	Kantor Pengelola	9 m^2
3	Toilet	3 m^2
4	Ruang Pemadat	70 m^2
5	Ruang Pemilahan	21 m^2
6	Ruang Genset	20 m^2
7	Gudang B3	7 m^2
8	Bak Penampung Lindi	10 m^2
9	Area Parkir	17,5 m^2
10	Ramp Sampah Masuk	50 m^2
11	Ramp Sampah Keluar	8,5 m^2
12	Drainase	48 m^2
13	Area Hijau	192 m^2

Sumber: Diseminasi dan Sosialisasi Keteknikan Bidang PLP PU tahun 2013

Untuk kebutuhan bangunan pelengkap di TPST Kulon Progo meliputi pos jaga, kantor pengelola, toilet, gudang, area parkir, drainase dan area hijau. Dan untuk area hijau akan ditambahkan luas areanya agar mobilisasi para pekerja tidak terganggu selama proses pengolahan. Total luas lahan dari bangunan pelengkap kemudian akan ditambah dengan luas lahan dari area pengolahan sehingga dapat diketahui untuk kebutuhan total luas lahan yang diperlukan untuk membangun TPST Kulon Progo.

Tabel 16 Total Luas Lahan TPST Kulon Progo

Luas Lahan Area Pengolahan		
Loading Area	34	m^2
Conveyor Belt	9	m^2
Magnetic Separator	1,35	m^2
Shredder	2,03	m^2
Screw Conveyor	1,8	m^2
Insinerator Fluidized Bed (FB)	13	m^2
Cyclone Separator	1,2	m^2
Luas Lahan Bangunan Pelengkap		
Pos Jaga	4	m^2
Kantor Pengelola	9	m^2
Toilet	6	m^2
Gudang	7	m^2
Area Parkir	17,5	m^2
Drainase	48	m^2
Area Hijau	300	m^2
Total Luas Lahan	455	m^2

Berdasarkan tabel diatas maka total kebutuhan luas lahan untuk TPST di Kulon Progo adalah 455 m^2.

4.9 Perhitungan Nilai Kalor

Untuk menghitung nilai kalor dari sampah yang akan diolah dengan insinerator akan menggunakan tiga literatur berdasarkan penelitian nilai kalor terdahulu. Literatur-literatur yang akan digunakan yaitu Dulong (2006), U.S Dept. of Energy (2007) dan Antonopoulus (2010). Nilai kalor dari ketiga referensi tersebut memiliki nilai yang tidak berbeda jauh sehingga dapat menghindari perbedaan nilai kalor yang signifikan. Ketiga nilai kalor tersebut akan dijadikan acuan untuk menghitung nilai kalor sampah yang akan diolah di TPST Kulon Progo. Berikut merupakan nilai kalor dari ketiga referensi yang akan dijadikan sebagai acuan perhitungan nilai kalor TPST Kulon Progo :

Tabel 17 Perbandingan Nilai Kalor

Komponen Sampah	Referensi Nilai Kalor								
	Dulong (2006)			U.S Dept. of Energy (2007)			Antonopoulos (2010)		
	MJ/Kg	Btu/lb	kcal/kg	MJ/Kg	Btu/lb	kcal/kg	MJ/Kg	Btu/lb	kcal/kg
Plastik	25,77	11078,52	6153,88	33,96	14598,97	8109,41	32,56	13997,54	7775,33
Kertas	14,81	6266,82	3536,63	7,07	3038,75	1687,96	15,8	6792,42	3773,04
Kain	20,14	8658,19	4809,43	14,56	6258,91	3476,96	17,24	7411,48	4116,91
Karet	26,77	11508,42	6392,68	28,28	12200,35	6777,02	25,33	10889,37	6048,8
Kayu	7,14	3069,49	1705,03	10,55	4535,45	2519,34	6,51	2798,65	1554,59
Organik	5,57	2394,54	1330,12	5,49	2358,43	1310,06	5,51	2368,75	1315,79

Sumber: Maria & Pavesi (2006), U.S Departement of Energy (2007) & Antonopoulus (2010)

Berdasarkan nilai kalor dari ketiga referensi diatas maka dapat diketahui nilai kalor dari sampah yang akan diolah di TPST Kulon Progo adalah sebagai berikut :

Tabel 18 Nilai Kalor Sampah TPST Kulon Progo

Komponen Sampah	Komposisi (%)	Dulong		U.S Dept. of Energy		Antonopoulos	
		MJ/kg	kJ/kg	MJ/kg	kJ/kg	MJ/kg	kJ/kg
Sisa Makanan	67,18%	3,74	3741,93	3,69	3688,18	3,70	3701,62
Kertas-Karton	12,60%	1,87	1866,06	0,89	890,82	1,99	1990,80
Plastik	17,22%	4,44	4437,59	5,85	5847,91	5,61	5606,83
Kain	0,21%	0,04	42,29	0,03	30,58	0,04	36,20
Total		10,09	10087,87	10,46	10457,49	11,34	11335,45

4.10 Konversi Energi

Unit konversi energi yang direncanakan akan digunakan untuk TPST Kulon Progo adalah *external combustion engine*. Unit tersebut merupakan satu paket alat

untuk mengkonversi energi panas yang dihasilkan dari pembakaran sampah melalui insinerator *fluidized bed* (FB) yang kemudian dipindahkan dalam fluida kerja (air). Fluida kerja (air) kemudian dipanaskan dengan energi panas dari insinerator sampai menghasilkan uap dalam suatu sistem tertutup dan uap tersebut kemudian diekstraksi melalui ekspansi pada unit turbin untuk menghasilkan listrik.

Perhitungan konversi energi ini mencakup perhitungan dari mulai nilai kalor sampah, *flue gas* yang dihasilkan yang kemudian menguapkan air menjadi steam pada *boiler* dan daya bersih (net) yang dihasilkan oleh generator. Perhitungan-perhitungan ini berdasarkan jumlah total sampah yang diolah menggunakan insinerator *fluidized bed* (FB) yaitu sebesar 15,2 ton/hari.

Setelah diketahui panas yang dihasilkan persatuan massa dari kandungan sampah yang diolah selanjutnya adalah menghitung energi steam yang tersedia. Untuk memanaskan air pada boiler sampai menjadi steam maka diasumsikan bahwa efisiensi dari perpindahan panas adalah sebesar 70% yang artinya hanya 70% panas yang dapat dimanfaatkan boiler untuk memanaskan air. Maka perhitungan energi steam yang tersedia adalah sebagai berikut :

Energi Steam yang Tersedia = 70% x nilai kalor (1)
= 70% x 10087,87 kJ/kg
= 7061,51 kJ/kg

Energi steam diatas digunakan untuk menjalankan turbin dimana turbin dikopel dengan generator tersebut menghasilkan unit listrik (kWh) dengan ketentuan 1 kW = 3600 kJ/h. Namun dikarenakan tidak ada konversi energi yang 100%, maka diasumsikan bahwa efisiensi konversi energi adalah 31,6%, sehingga input panas yang dibutuhkan untuk pembangkit listrik adalah 3.600 kJ/h dibagi dengan 31.6%, yaitu 11.395 kJ/kWh. Sehingga untuk menghasilkan 1 kWh dari energi listrik dibutuhan 11.395 kJ dari energi *steam*. Maka didapatkan perhitungan untuk daya pembangkitan listrik per satuan massa adalah sebagai berikut :

Daya Pembangkitan Listrik = energi steam / 11395kJ/kWh (2)
= 7061,51 kJ/kg / 11395 kJ/kWh
= 0,620 kWh/kg

Dengan total sampah yang diolah perharinya di TPST Kulon Progo adalah sebesar 15,2 ton/hari maka didapat total pembangkitan daya listrik adalah sebagai berikut :

Total Pembangkitan Daya Listrik = 0,620 kWh/kg x 15214,78 kg/hari (3)
= 9428,64 kWh/hari

Kemudian diasumsikan daya untuk pemakaian sendiri adalah 6% dari total daya pembangkitan listrik, serta heat loss diasumsikan adalah 5% dari total daya pembangkitan listrik.

Daya Pemakaian Sendiri = 6% x 9428,64 kWh/hari (4)
= 565,72 kWh/hari

Asumsi Heat Loss = 5% x 9428,64 kWh/hari (5)
= 471,43 kWh/hari

Sehingga daya bersih yang dihasilkan oleh TPST Kulon Progo dalam sehari adalah sebagai berikut :

Daya Bersih Pembangkit = Total daya – (Pemakaian Sendiri + *Heat Loss*) (6)
= 9428,64 – (565,72 + 471,43) kWh/hari
= 8391,49 kWh/hari
= 8,39 MWh/hari

Perhitungan tersebut dihitung untuk satu hari (24 jam), maka untuk basis per jam adalah sebagai berikut :

Daya Bersih Pembangkit = 8,39 MWh / 24 jam
= 0,35 MW

4.11 *Detail Engineering Design* (DED)

4.11.1 *Design Layout* TPST

Lampiran 3.

4.11.2 *Design* Struktur TPST

Lampiran 4.

4.11.3 *Design Loading Area*

Lampiran 5.

4.11.4 *Design Belt Conveyor*

Lampiran 6.

4.11.5 *Design Magnetic Separator*

Lampiran 7.

4.11.6 *Design Shredder*

Lampiran 8.

4.11.7 *Design Screw Conveyor*

Lampiran 9.

4.11.8 *Design Insinerator Fluidized Bed* (FB)

Lampiran 10.

4.11.9 *Design Cyclone Separator*

Lampiran 11.

4.12 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Rencana anggaran biaya (RAB) dalam perencanaan TPST Kulon Progo berdasarkan desain yang sudah dibuat sebelumnya, terkait dengan luas lahan, unit pengolahan sampah dan beserta bangunan pelengkap. Kemudian dilakukan perhitungan berdasarkan *Bill of Quantity* (BOQ) dari bangunan dan unit pengolahan yang sudah direncanakan. Untuk perhitungan RAB akan menggunakan perhitungan

Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) yang mengacu pada PERWAL No. 79 Tahun 2018 tentang Analisa Harga Satuan Pekerjaan Konstruksi dan Jasa Lainnya di Lingkungan Pemerintah Kota Yogyakarta terlampir dalam **Lampiran 12**.

Setelah mengetahui harga satuan tiap pekerjaan kemudian disesuaikan dengan luasan dari rencana pembangunan TPST Kulon Progo berdasarkan detail engineering design yang sudah dirancang sebelumnya akan menghasilkan total anggaran dari pekerjaan kontruksi. Berikut merupakan total RAB dari pekerjaan kontruksi :

Tabel 19 Anggaran Biaya Pekerjaan Kontruksi

No	Tipe Pekerjaan	Harga Satuan Pekerjaan (Rp)	Volume	Jumlah Harga (Rp)
A. Pekerjaan Persiapan				
1	(K3) Pembuatan 1 m2 pagar sementara dari seng gelombang tinggi 2 meter	Rp590.784	m2 86	Rp50.807.403
B. Pekerjaan Tanah				
2	Penggalian 1 m3 tanah biasa sedalam 2 m	Rp67.850	m3 900	Rp61.065.000
3	Meratakan tanah ditumbuk halus m2	Rp30.303	m2 86	Rp2.606.015
4	1 m2 Pembersihan dan striping/kosrekan	Rp6.003	m2 86	Rp516.258
C. Pekerjaan Pondasi				
5	Pemasangan 1 m3 pondasi batu belah campuran 1SP : 3PP	Rp1.703.466	m3 4,5	Rp7.665.598
D. Pekerjaan Dinding				
6	Pemasangan 1m2 dinding bata merah (5x11x22) cm tebal 1 batu campuran 1SP : 2PP	Rp490.303	m2 112	Rp54.913.880
E. Pekerjaan Beton				
7	Membuat 1 m3 beton mutu f'c = 7,4 Mpa	Rp13.701.324	m3 4,5	Rp61.655.959
F. Pekerjaan Penutup Atap				
8	Pemasangan 1 m2 atap alumunium	Rp157.849	m2 146	Rp23.045.954
G. Pekerjaan Penutup Lantai dan Dinding				
9	Pemasangan 1m2 lantai keramik artistik 10 cm x 20 cm	Rp603.095	m2 38	Rp22.917.591
10	Pemasangan 1 m2 dinding keramik artistik 10 cm x 20 cm	Rp629.332	m2 112	Rp70.485.156

H. Pekerjaan Kayu				
11	Membuat dan memasang pintu dan jendela kaca, kayu jati (lokal)	Rp715.553	buah 20	Rp14.311.060
I. Pemasangan Marka				
12	Membuat Papan Nama Proyek 80x120 cm (bahan seng)	Rp1.857.035	buah 1	Rp1.857.035

Sementara untuk pengadaan alat pengolahan sampah dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 20 Anggaran Biaya Pengadaan Unit Pengolahan

No	Tipe Pekerjaan	Harga Satuan Pekerjaan (Rp)	Volume	Jumlah Harga (Rp)
J. Pengadaan Unit Pengolahan				
1	Belt Conveyor	Rp29.500.000	buah 4	Rp118.000.000
2	Magnetic Separator	Rp114.950.000	buah 1	Rp114.950.000
3	Shredder	Rp383.500.000	buah 1	Rp383.500.000
4	Screw Conveyor	Rp40.000.000	buah 1	Rp40.000.000
5	Insinerator Fluidized Bed (FB)	Rp475.000.000	buah 1	Rp475.000.000
6	Cyclone Separator	Rp19.000.000	buah 1	Rp19.000.000

Sehingga total dari Rencana Anggaran Biaya (RAB) untuk rencana pembangunan TPST Kulon Progo adalah sebagai berikut :

Tabel 21 Total Biaya Pembangunan TPST Kulon Progo

No	Tipe Pekerjaan	Jumlah Harga (Rp)
A	Pekerjaan Persiapan	Rp50.807.403
B	Pekerjaan Tanah	Rp64.187.273
C	Pekerjaan Pondasi	Rp7.665.598
D	Pekerjaan Dinding	Rp54.913.880
E	Pekerjaan Beton	Rp61.655.959
F	Pekerjaan Penutup Atap	Rp23.045.954
G	Pekerjaan Penutup Lantai dan Dinding	Rp93.402.747
H	Pekerjaan Kayu	Rp14.311.060
I	Pemasangan Marka	Rp1.857.035

J	Pengadaan Unit Pengolahan	Rp1.150.450.000
TOTAL RAB		Rp1.407.302.233

BAB V
SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Simpulan dari perencanaan TPST Kulon Progo akan menggunakan teknologi pengolahan sampah yaitu insinerator tipe *fluidized bed* (FB). Sedangkan untuk desain dari TPST Kulon Progo dibagi dalam beberapa area yaitu *loading area, shorting area, shredding area dan combustion area*. Untuk pengolahan gas emisi dari hasil sisa pembakaran setelah melalui *cyclone separator* akan kembali diproses menggunakan *wet scrubber* agar partikulat berbahaya tidak menyebar ke lingkungan. Selain area-area pengolahan sampah tadi TPST Kulon Progo juga dilengkapi dengan bangunan pelengkap sebagai area pendukung operasional dan administrasi. Dan untuk total biaya dari pembangunan TPST Kulon Progo adalah sebesar Rp1.314.381.733.

5.2 Saran

Pengolahan sampah menggunakan teknologi insinerasi dengan tipe *fluidized bed* (FB) dengan skala yang lebih luas dirasa dapat menjadi salah satu upaya pengurangan sampah sehingga akibat buruk dari timbulan sampah yang tinggi tidak dapat terulang lagi. Dalam perjalanannya agar pengolahan sampah dengan insinerator tipe *fluidized bed* (FB) dapat digunakan dibeberapa daerah lainnya maka diperlukan kajian yang lebih mendalam.

DAFTAR PUSTAKA

Adia Atmika, Gusti Putu. 2021. *Model Perencanaan Pengelolaan Sampahku Tanggung Jawabku (Samtaku) sebagai Sentra Pengelolaan Sampah Terpadu dan Ramah Lingkungan*. Yogyakarta : Jurnal Bakti Saraswati Vol. 10 No. 02.

Agung Suprihatin, Dwi Prihanto, Michel Gelbert. 1996. *Pengolahan Sampah*. Malang : PPPGT/VEDC Malang.

Andre Muhammad Iman. 2018. *Perencanaan Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (TPST) Kecamatan Medan Johor Kota Medan*. Medan: Universitas Sumatera Utara.

Alfiandra. 2009. *Kajian Partisipasi Masyarakat yang Melakukan Pengelolaan Persampahan 3R di Kelurahan Ngaliyan dan Kalipancur Kota Semarang*. Tesis.PPs-UNDIP.

Badan Pusat Statistik. 2020. *Kabupaten Kulon Progo Dalam Angka 2020*. Kulon Progo.

Badan Pusat Statistik. (2020). *Statistik Lingkungan Hidup Indonesia Air dan Lingkungan*. Jakarta.

BPSDM. 2018. *Modul Pelatihan Teknologi WtE Termal Insinerasi*. Bandung.

Manis Yuliani. 2016. *Insinerasi untuk Pengolahan Sampah Kota.* Pusat Teknologi Lingkungan (PTL) – BPPT.

Chaidir, A. 2017. *Simulasi Profil Gas dan Potensi Energi dari Pembakaran Sampah Padat Kota pada Model Bed dari Insinerator Moving Grate*. E Proceeding of Engineering : Vol.4.

Dewi R, Hadinata F, Yulindasari, K.M. Aminuddin. 2020. *Sistem Pengolahan Sampah Domestik dengan Menggunakan Incinerator Drum Bekas.* Seminar Nasional AVoER XII 2020.

Dokumen Informasi Kinerja Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah Tahun 2018. Dinas Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Pemerintah Daerah Daerah Istimewa Yogyakarta.

Eko Naryono, Atikah, Arief Rachmansyah, Soemarno. 2015. *Simulasi dan Evaluasi Insinerasi Sampah Organik Rumah Tangga pada Reaktor Unggun Tetap (Fixed Bed). Indonesian Green Technology Journal halaman 28-35.*

Farlisa Zahra. 2012. *Analisa Nilai Kalor Sampah UPS Depok menjadi Refuse Derived Fuel (RDF).* Depok: UI.

Hans Christian. 2008. *Modifikasi Sistem Burner dan Pengujian Aliran Dingin Fluidized Bed Incinerator UI*. Depok: UI.

Mia Ayudis Sholeha Hasyim. 2014. *Perencanaan Tempat Penampungan Sementara Sampah di Kecamatan Kota Sumenep*. Surabaya: ITS.

Muhammad Lutfi, Nurul Chayati, Moch Marwan. 2017. *Analisis dan Desain Struktur Bangunan Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (TPST) 3R Palabuhanratu*. Seminar Nasional Teknologi dan Rekayasa (SENTRA).

M Sjukrul Amien. 2012. *Diseminasi dan Sosialisasi Keteknikan Bidang PLP: Materi I Bidang Sampah*. Jakarta: Direktorat Pengembangan Penyehatan Lingkungan Permukiman Direktorat Jenderal Cipta Karya Kementrian Pekerjaan Umum.

Nizwardi, A. 2006. *Analisis Timbulan, Komposisi dan Karakteristik Sampah di Kota Padang*. Jurnal Kesehatan Masyarakat I.

Novi Asti. 2017. *Pengelolaan Sampah TPST Piyungan: Potret Kondisi Persampahan Kota Yogyakarta, Kabupaten Bantul, dan Kabupaten Sleman*. Yogyakarta : UGM.

Novian Vigis Agung Emenda. 2018. *Perancangan Sistem Vacuum untuk Debu Halus Hasil Pemesinan Resin; Studi Kasus pada Mesin Cedu CNC*. Yogyakarta: UII.

Peraturan Daerah Kabupaten Kulon Progo. 2012. *Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Kulon Progo tahun 2012 – 2032*. Pemerintah Kabupaten Kulon Progo.

Peraturan Walikota Yogyakarta. 2018. *Analisa Harga Satuan Pekerjaan Konstruksi Dan Jasa Lainnya Di Lingkungan Pemerintah Kota Yogyakarta*. Pemerintah Kota Yogyakarta.

Rahayu D, D.G Okayadnya, Mirwan M. 2011. *Meningkatkan Kinerja Incenerator pada Pemusnahan Limbah Medis Rsud Dr. Soetomo Surabaya.* Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan Vol.7 No.2.

Ripal, L. 2021. *Analisis Teknis dan Ekonomi Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa).* Skirpsi. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau

Suhandi, Karyadi Dirgo. 2015. *Landasan Konseptual Perencanaan dan Perancangan Unit Pengolahan Sampah Terpadu di Yogyakarta*. S1 thesis, UAJY.

Tatan Suwika, Linda Noviana. 2020. *Status Keberlanjutan Pengelolaan Sampah Terpadu di TPST-Bantargebang, Bekasi: Menggunakan Rapfish dengan R Statistik*. Jurnal Ilmu Lingkungan Volume 18 Issue 1 (2020) : 107-118.

Tri Rahayu Setyo Utami, M Rahna Nurhandaru, Teguh Martianto. 2013. *Rekayasa Alat Penyaring Limbah Cair Model Screw Conveyor (Studi Kasus: Laboratorium Pengembangan Penyamakan dan Pengolahan Limbah Kulit Balai Besar Kulit, Karet, dan Plastik)*. Balai Besar Kulit, Karet, dan Plastik Yogyakarta.

Uswatun Hasanah. 2014. *Efektivitas Penggunaan Sistem Manajemen Sampah Perkotaan di TPST (Tempat Pembuangan Sampah Terakhir) Kota-Kota Besar Indonesia.* Yogyakarta : UMY.

Van Caneghem J. 2012. *Fluidized bed waste incinerators: design, operational and environmental issues.* Progress in Energy and Combustion Science. Volume 38, Issue 4.

Yuyun Yuningsih, Sumardani, Umi Hani. 2020. *Pemberdayaan Masyarakat melalui Pembuatan Pupuk Cair di Desa Wanayasa Kapupaten Purwakarta.* Kaibon Abhinaya : Jurnal Pengabdian Masyarakat.

LAMPIRAN

Lampiran 1

Metode Aritmatik					
No	Tahun	Jumlah Penduduk	P aritmatik	(Yi-Y)	(Yi-Y)2
1	2011	44667	44667	-2313	5347656
2	2012	45210	45181	-1799	3235002
3	2013	45751	45695	-1285	1650511
4	2014	46289	46209	-771	594184
5	2015	46824	46723	-257	66020
6	2016	47354	47236	257	66020
7	2017	48463	47750	771	594184
8	2018	49090	48264	1285	1650511
9	2019	49279	48778	1799	3235002
10	2020	49292	49292	2313	5347656
Jumlah		472219	469795	0	21786748
Rata - rata		47222	46980	0	2178675
Standar Deviasi					1476,03

Metode Geometrik					
No	Tahun	Jumlah Penduduk	P Geometrik	(Yi-Y)	(Yi-Y)2

1	2011	44667	45109	-2064	4259671
2	2012	45210	45556	-1617	2615508
3	2013	45751	46007	-1166	1359992
4	2014	46289	46463	-711	505029
5	2015	46824	46923	-251	62806
6	2016	47354	47387	214	45790
7	2017	48463	47856	683	466742
8	2018	49090	48330	1157	1338715
9	2019	49279	48809	1636	2675070
10	2020	49292	49292	2119	4489474
Jumlah		472219	471732	0	17818798
Rata - rata		47222	47173	0	1781880
Standar deviasi					1334,87

r = 0,010

Metode Least Square								
No	Tahun	Jumlah Penduduk	Tahun ke X	XY	X^2	P Least Square	(Yi-Y)	(Yi-Y)2
1	2011	44667	1	44667	1	44662,22	-2559,68	6551971,01
2	2012	45210	2	90420	4	45231,04	-1990,86	3963538,02
3	2013	45751	3	137253	9	45799,85	-1422,05	2022213,27
4	2014	46289	4	185156	16	46368,67	-853,23	727996,78
5	2015	46824	5	234120	25	46937,49	-284,41	80888,53
6	2016	47354	6	284124	36	47506,31	284,41	80888,53

7	2017	48463	7	339241	49	48075,13	853,23	727996,78
8	2018	49090	8	392720	64	48643,95	1422,05	2022213,27
9	2019	49279	9	443511	81	49212,76	1990,86	3963538,02
10	2020	49292	10	492920	100	49781,58	2559,68	6551971,01
Jumlah		472219	55	2644132	385	472219	0	26693215
Rata - rata		47222	6	264413	39	47222	0	2669322
Standar deviasi								1633,81

a = 44093

b = 569

Lampiran 2

Metode Aritmatik					
No	Tahun	Jumlah Penduduk	P aritmatik	(Yi-Y)	(Yi-Y)2
1	2011	24845	24845	-2301	5292300
2	2012	25147	25356	-1789	3201515
3	2013	25450	25867	-1278	1633426
4	2014	25750	26379	-767	588033
5	2015	26048	26890	-256	65337
6	2016	26343	27401	256	65337
7	2017	26960	27912	767	588033
8	2018	27310	28424	1278	1633426
9	2019	29402	28935	1789	3201515
10	2020	29446	29446	2301	5292300

Jumlah	266701	271455	0	21561223
Rata - rata	26670	27146	0	2156122
Standar Deviasi				1468,37

Metode Geometrik					
No	Tahun	Jumlah Penduduk	P Geometrik	(Yi-Y)	(Yi-Y)2
1	2011	24845	25271	-2040	4163081
2	2012	25147	25704	-1607	2583546
3	2013	25450	26144	-1167	1361655
4	2014	25750	26592	-719	516833
5	2015	26048	27048	-263	69298
6	2016	26343	27511	200	40091
7	2017	26960	27983	672	451104
8	2018	27310	28462	1151	1325112
9	2019	29402	28950	1639	2685811
10	2020	29446	29446	2135	4557842
Jumlah		266701	273111	0	17754372
Rata - rata		26670	27311	0	1775437
Standar deviasi					1332,46

r = 0,017

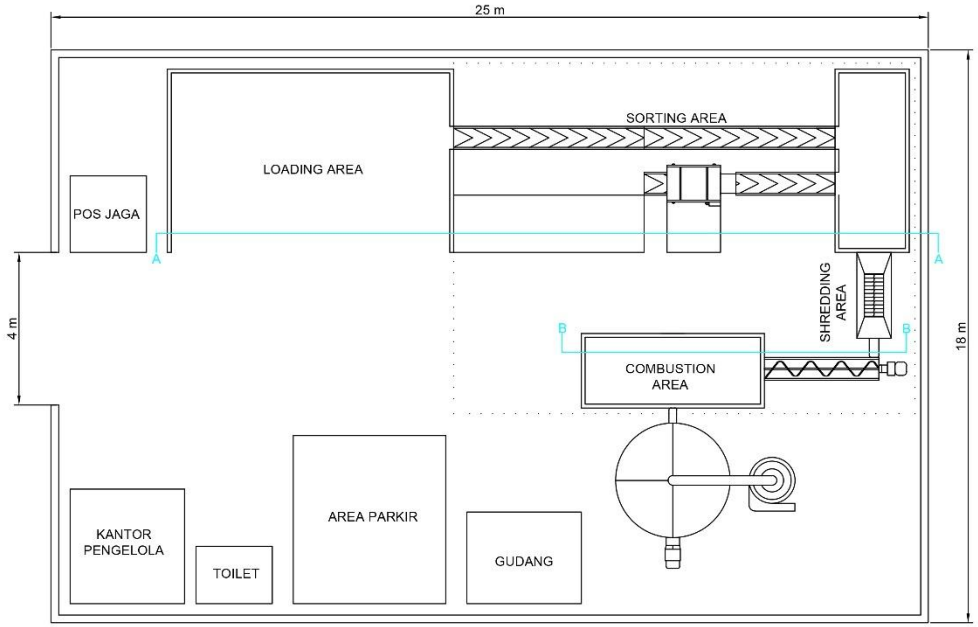
Metode Least Square

No	Tahun	Jumlah Penduduk	Tahun ke X	XY	X^2	P Least Square	(Yi-Y)	(Yi-Y)2
1	2011	24845	1	24845	1	24367,76	-2302,34	5300752,73
2	2012	25147	2	50294	4	24879,39	-1790,71	3206628,20
3	2013	25450	3	76350	9	25391,02	-1279,08	1636034,79
4	2014	25750	4	103000	16	25902,65	-767,45	588972,53
5	2015	26048	5	130240	25	26414,28	-255,82	65441,39
6	2016	26343	6	158058	36	26925,92	255,82	65441,39
7	2017	26960	7	188720	49	27437,55	767,45	588972,53
8	2018	27310	8	218480	64	27949,18	1279,08	1636034,79
9	2019	29402	9	264618	81	28460,81	1790,71	3206628,20
10	2020	29446	10	294460	100	28972,44	2302,34	5300752,73
Jumlah		266701	55	1509065	385	266701	0	21595659
Rata - rata		26670	6	150907	39	26670	0	2159566
Standar deviasi								1469,55

a = 23856

b = 512

Lampiran 3



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN

PERENCANAAN TPST DI KABUPATEN KULON PROGO

JUDUL GAMBAR

LAYOUT TPST

NAMA/NIM

FAISAL REZA PAHLEVI
17513147

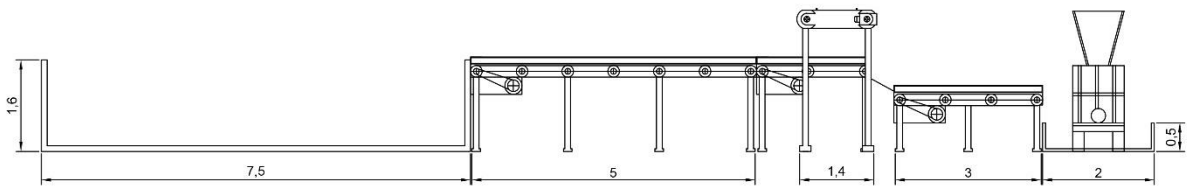
DOSEN PEMBIMBING I

Dr. HIJRAH PURNAMA PUTRA, S.T., M.Eng.

DOSEN PEMBIMBING II

Dr. Ir. Kasam, M.T.

SKALA	NO GAMBAR
1:1000	16



POTONGAN A-A

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN

PERENCANAAN TPST DI KABUPATEN KULON PROGO

JUDUL GAMBAR

LAYOUT TPST
POTONGAN A-A

NAMA/NIM

FAISAL REZA PAHLEVI
17513147

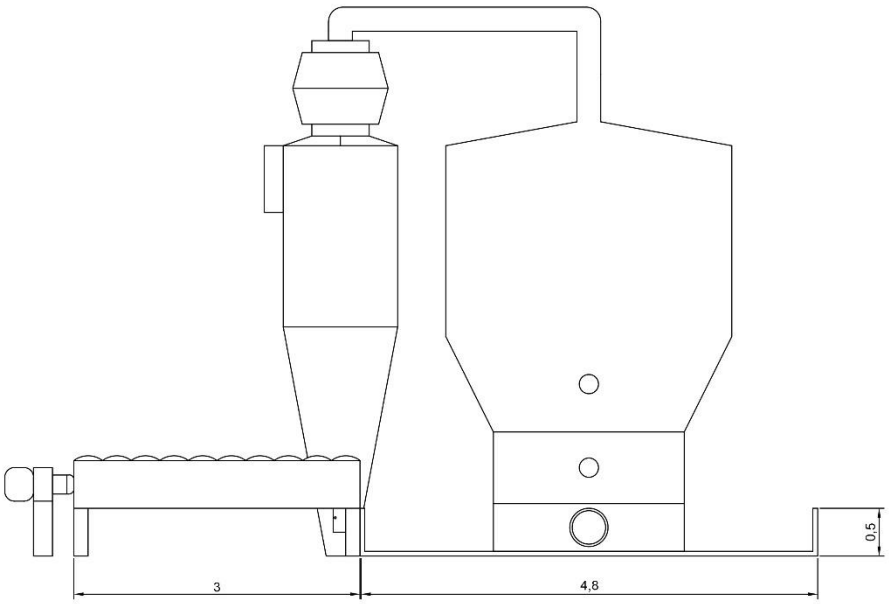
DOSEN PEMBIMBING I

Dr. HIJRAH PURNAMA PUTRA, S.T., M.Eng.

DOSEN PEMBIMBING II

Dr. Ir. Kasam, M.T.

SKALA	NO GAMBAR
1:1000	17



POTONGAN B-B

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN

PERENCANAAN TPST DI KABUPATEN KULON PROGO

JUDUL GAMBAR

LAYOUT TPST
POTONGAN B-B

NAMA/NIM

FAISAL REZA PAHLEVI
17513147

DOSEN PEMBIMBING I

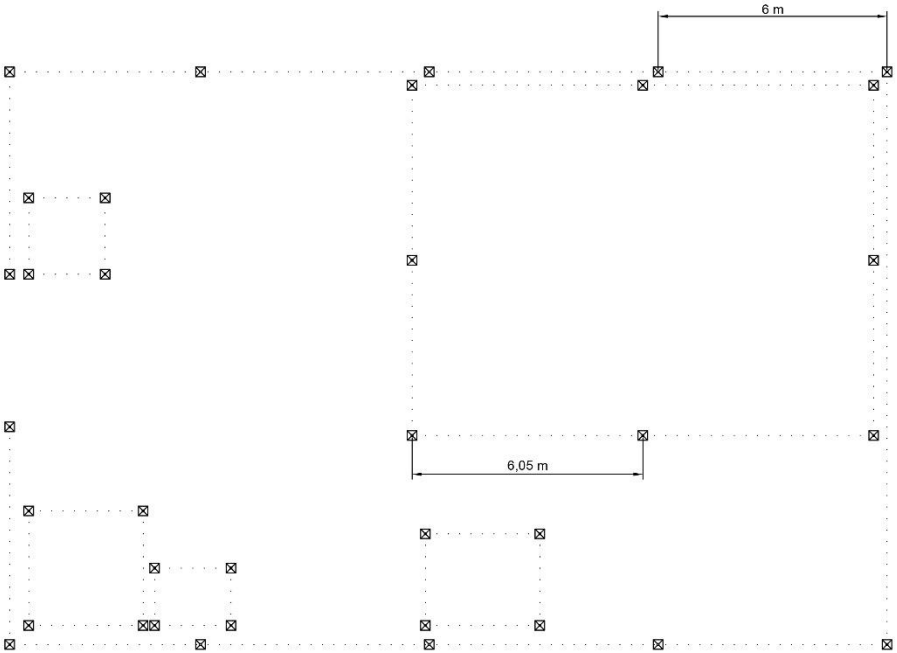
Dr. HIJRAH PURNAMA PUTRA, S.T., M.Eng.

DOSEN PEMBIMBING II

Dr. Ir. Kasam, M.T.

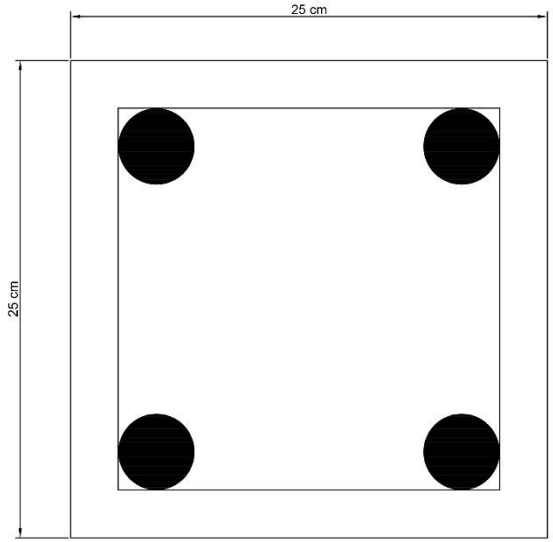
SKALA	NO GAMBAR
1:50	18

Lampiran 4



FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
PERENCANAAN TPST DI KABUPATEN KULON PROGO
JUDUL GAMBAR
LAYOUT PONDASI
NAMA/NIM
FAISAL REZA PAHLEVI 17513147
DOSEN PEMBIMBING I
Dr. HIJRAH PURNAMA PUTRA, S.T., M.Eng.
DOSEN PEMBIMBING II
Dr. Ir. Kasam, M.T.

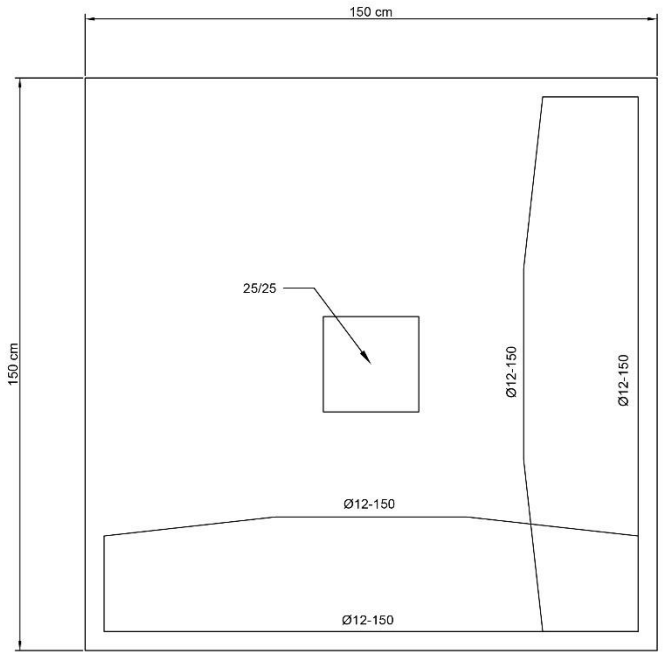
SKALA	NO GAMBAR
1:1000	19



TULANGAN = 8 Ø 10
BEGEL = Ø 8 - 150/200

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
PERENCANAAN TPST DI KABUPATEN KULON PROGO
JUDUL GAMBAR
KOLOM
NAMA/NIM
FAISAL REZA PAHLEVI 17513147
DOSEN PEMBIMBING I
Dr. HIJRAH PURNAMA PUTRA, S.T., M.Eng.
DOSEN PEMBIMBING II
Dr. Ir. Kasam, M.T.

SKALA	NO GAMBAR
1:50	20



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN

PERENCANAAN TPST DI KABUPATEN KULON PROGO

JUDUL GAMBAR

DETAIL PENULANGAN PONDASI

NAMA/NIM

FAISAL REZA PAHLEVI
17513147

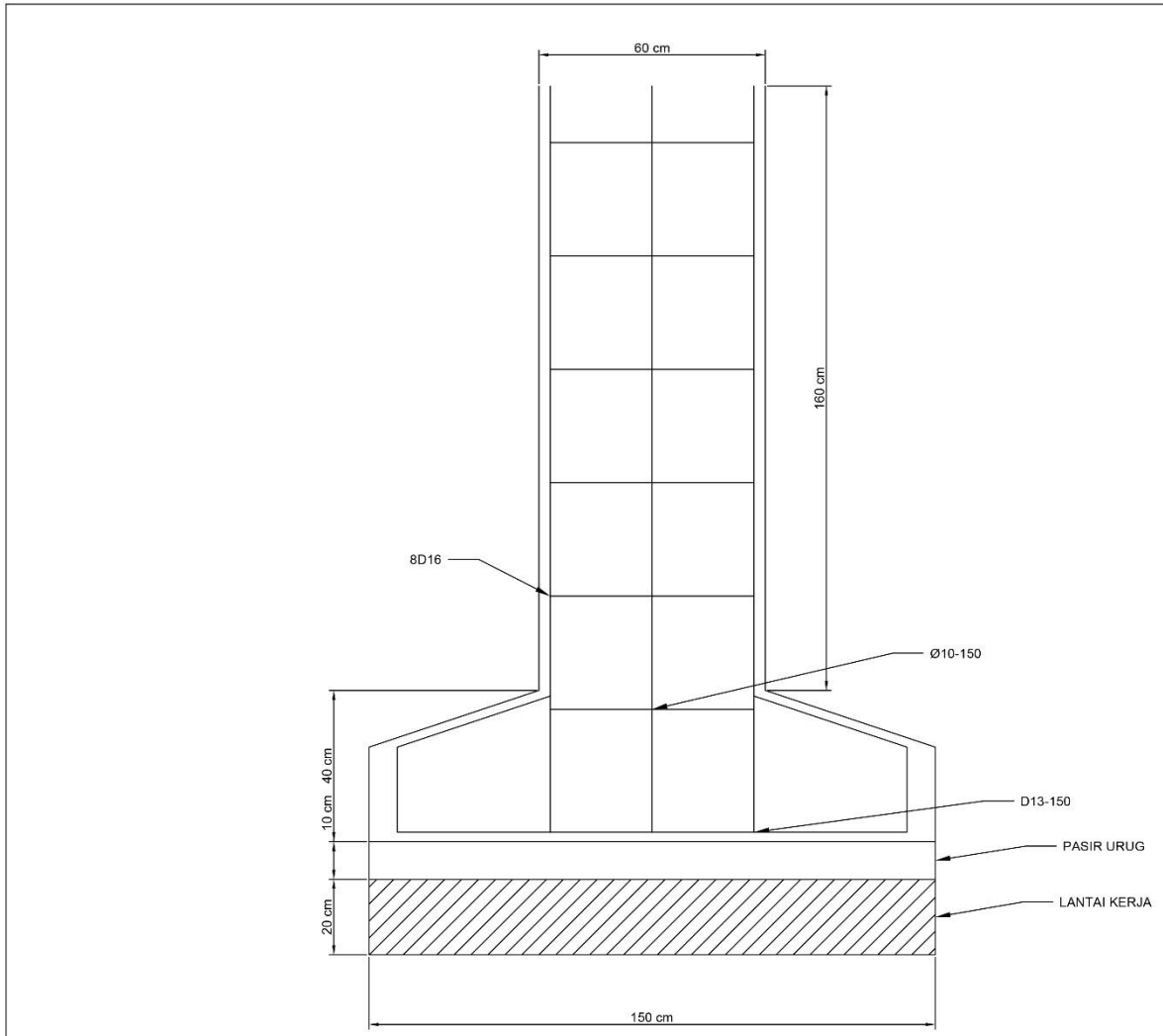
DOSEN PEMBIMBING I

Dr. HIJRAH PURNAMA PUTRA, S.T., M.Eng.

DOSEN PEMBIMBING II

Dr. Ir. Kasam, M.T.

SKALA	NO GAMBAR
1:100	21



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN

PERENCANAAN TPST DI KABUPATEN KULON PROGO

JUDUL GAMBAR

DETAIL PEMBESIAN PONDASI

NAMA/NIM

FAISAL REZA PAHLEVI
17513147

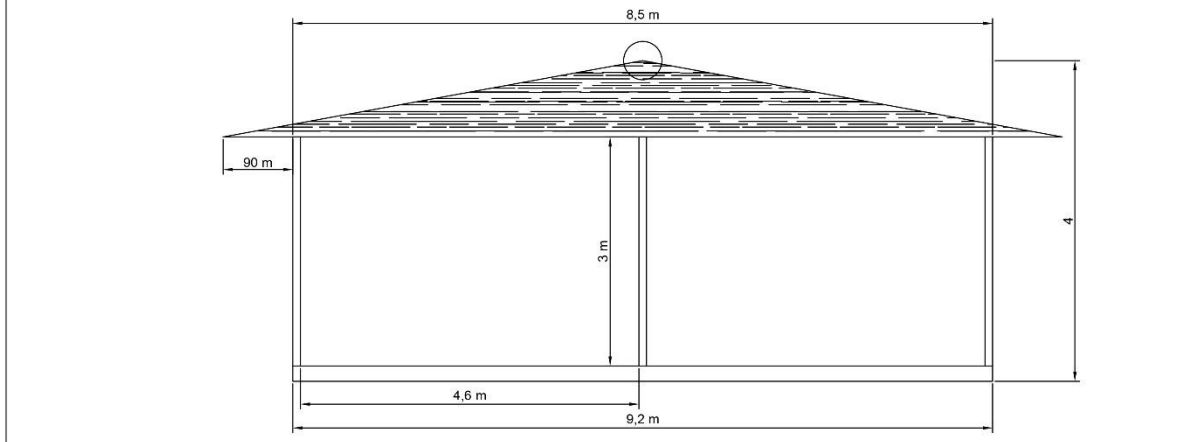
DOSEN PEMBIMBING I

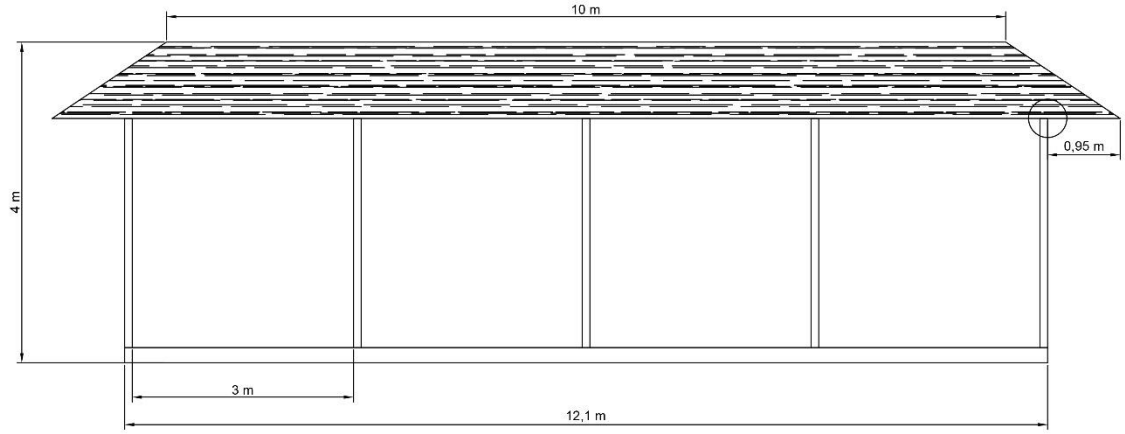
Dr. HIJRAH PURNAMA PUTRA, S.T., M.Eng.

DOSEN PEMBIMBING II

Dr. Ir. Kasam, M.T.

SKALA	NO GAMBAR
1:100	22

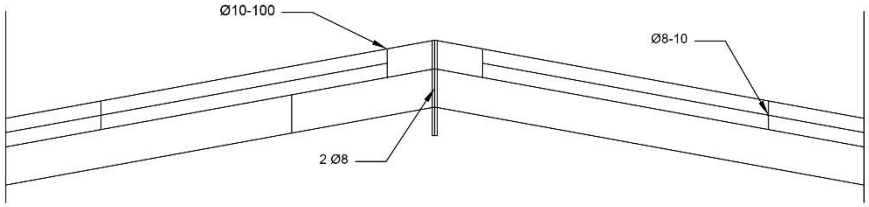


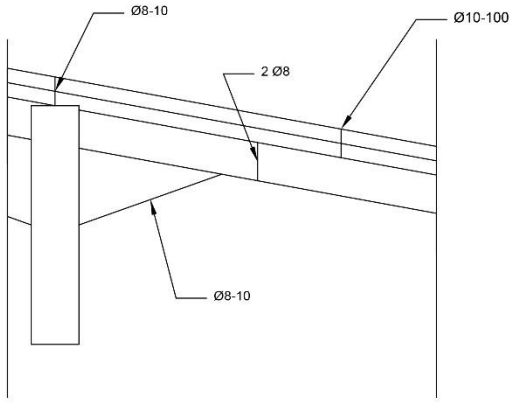


UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
PERENCANAAN TPST DI KABUPATEN KULON PROGO
JUDUL GAMBAR
RANGKA ATAP
NAMA/NIM
FAISAL REZA PAHLEVI 17513147
DOSEN PEMBIMBING I
Dr. HIJRAH PURNAMA PUTRA, S.T., M.Eng.
DOSEN PEMBIMBING II
Dr. Ir. Kasam, M.T.

SKALA	NO GAMBAR
1:500	23





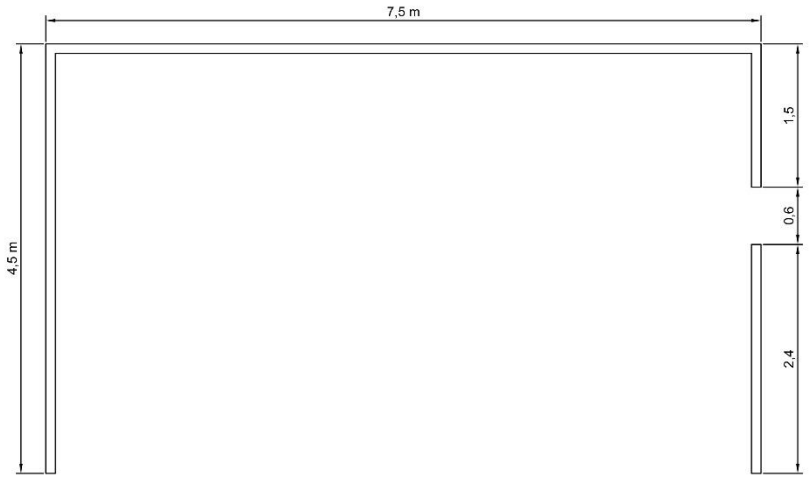
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
PERENCANAAN TPST DI KABUPATEN KULON PROGO
JUDUL GAMBAR
DETAIL RANGKA ATAP
NAMA/NIM
FAISAL REZA PAHLEVI 17513147
DOSEN PEMBIMBING I
Dr. HIJRAH PURNAMA PUTRA, S.T., M.Eng.
DOSEN PEMBIMBING II
Dr. Ir. Kasam, M.T.

SKALA	NO GAMBAR
1:50	24

Lampiran 5

TAMPAK ATAS



FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN

PERENCANAAN TPST DI KABUPATEN KULON PROGO

JUDUL GAMBAR

LOADING AREA I

NAMA/NIM

FAISAL REZA PAHLEVI
17513147

DOSEN PEMBIMBING I

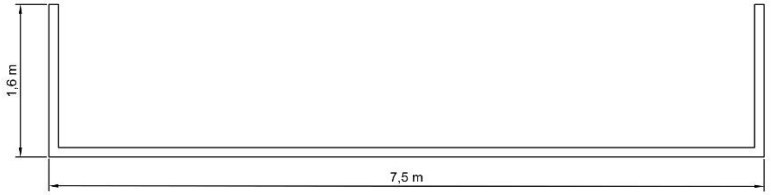
Dr. HIJRAH PURNAMA PUTRA, S.T., M.Eng.

DOSEN PEMBIMBING II

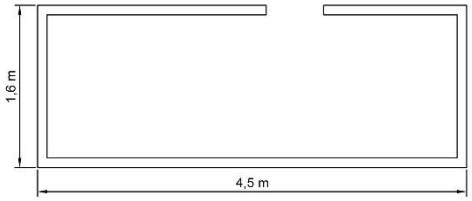
Dr. Ir. Kasam, M.T.

SKALA	NO GAMBAR
1:400	1

TAMPAK SAMPING



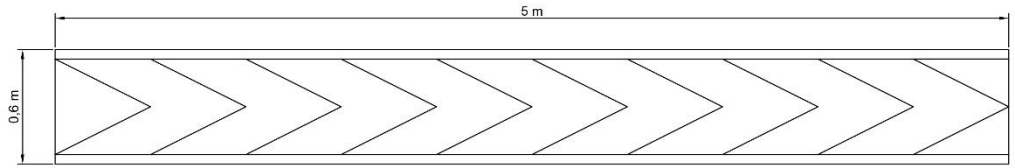
TAMPAK DEPAN



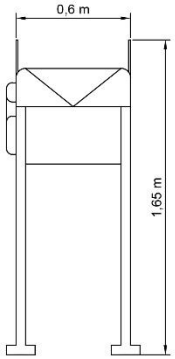
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN	
PERENCANAAN TPST DI KABUPATEN KULON PROGO	
JUDUL GAMBAR	
LOADING AREA II	
NAMA/NIM	
FAISAL REZA PAHLEVI 17513147	
DOSEN PEMBIMBING I	
Dr. HIJRAH PURNAMA PUTRA, S.T., M.Eng.	
DOSEN PEMBIMBING II	
Dr. Ir. Kasam, M.T.	
SKALA	NO GAMBAR
1:400	2

Lampiran 6

TAMPAK ATAS



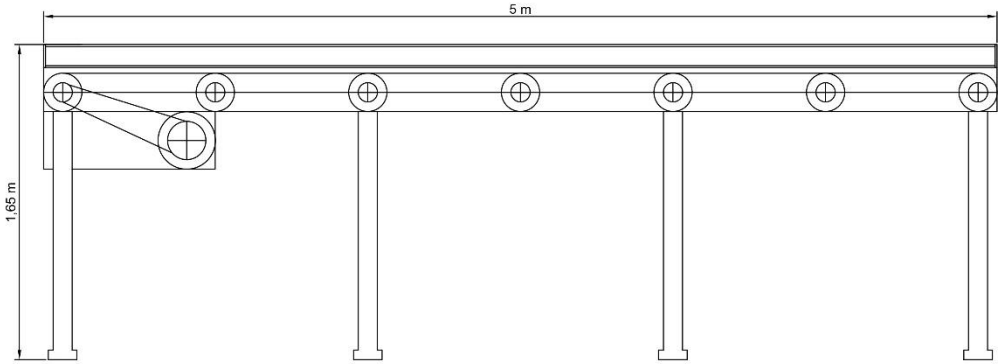
TAMPAK DEPAN



FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
PERENCANAAN TPST DI KABUPATEN KULON PROGO
JUDUL GAMBAR
CONVEYOR BELT SORTING ORGANIC I
NAMA/NIM
FAISAL REZA PAHLEVI 17513147
DOSEN PEMBIMBING I
Dr. HIJRAH PURNAMA PUTRA, S.T., M.Eng.
DOSEN PEMBIMBING II
Dr. Ir. Kasam, M.T.

SKALA	NO GAMBAR
1:200	3

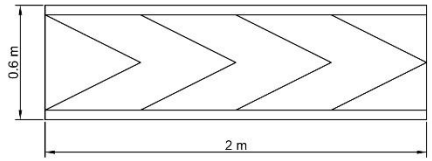
TAMPAK SAMPING



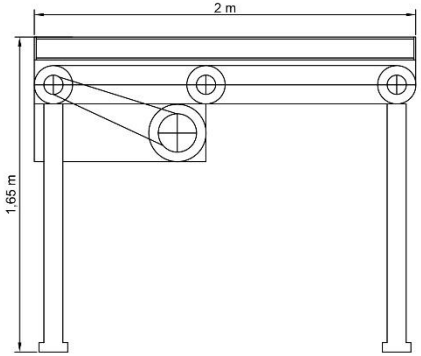
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
PERENCANAAN TPST DI KABUPATEN KULON PROGO
JUDUL GAMBAR
CONVEYOR BELT SORTING ORGANIC II
NAMA/NIM
FAISAL REZA PAHLEVI 17513147
DOSEN PEMBIMBING I
Dr. HIJRAH PURNAMA PUTRA, S.T., M.Eng.
DOSEN PEMBIMBING II
Dr. Ir. Kasam, M.T.

SKALA	NO GAMBAR
1:200	4

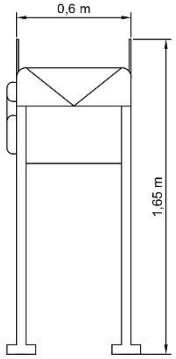
TAMPAK ATAS



TAMPAK SAMPING



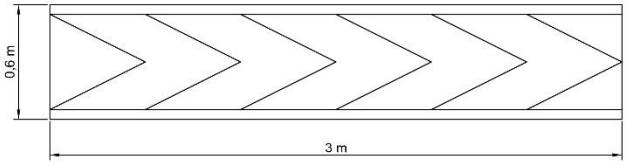
TAMPAK DEPAN



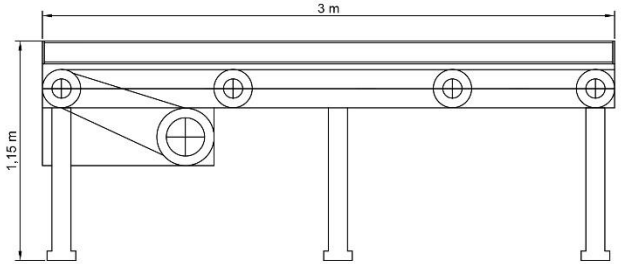
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
PERENCANAAN TPST DI KABUPATEN KULON PROGO
JUDUL GAMBAR
CONVEYOR BELT SORTING METAL
NAMA/NIM
FAISAL REZA PAHLEVI 17513147
DOSEN PEMBIMBING I
Dr. HIJRAH PURNAMA PUTRA, S.T., M.Eng.
DOSEN PEMBIMBING II
Dr. Ir. Kasam, M.T.

SKALA	NO GAMBAR
1:200	5

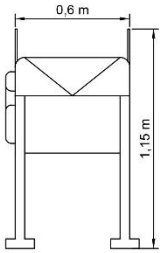
TAMPAK ATAS



TAMPAK SAMPING



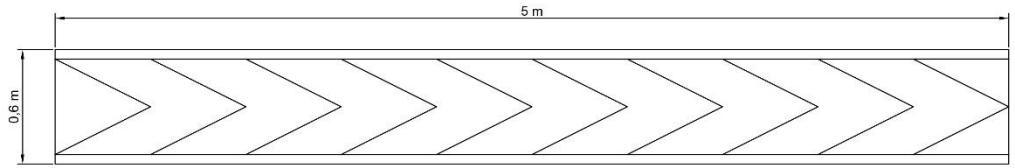
TAMPAK DEPAN



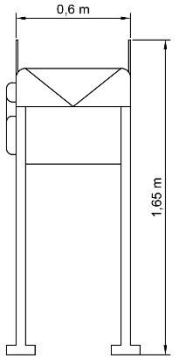
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
PERENCANAAN TPST DI KABUPATEN KULON PROGO
JUDUL GAMBAR
CONVEYOR BELT SORTING GLASS
NAMA/NIM
FAISAL REZA PAHLEVI 17513147
DOSEN PEMBIMBING I
Dr. HIJRAH PURNAMA PUTRA, S.T., M.Eng.
DOSEN PEMBIMBING II
Dr. Ir. Kasam, M.T.

SKALA	NO GAMBAR
1:200	6

TAMPAK ATAS



TAMPAK DEPAN

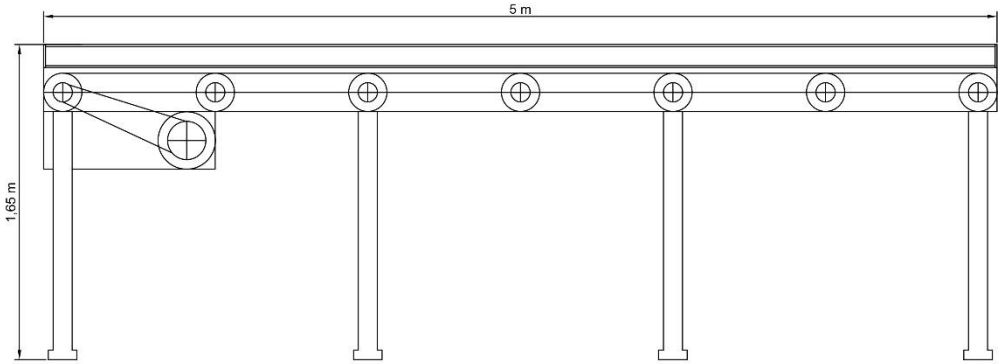


UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
PERENCANAAN TPST DI KABUPATEN KULON PROGO
JUDUL GAMBAR
CONVEYOR BELT JALUR ORGANIC I
NAMA/NIM
FAISAL REZA PAHLEVI 17513147
DOSEN PEMBIMBING I
Dr. HIJRAH PURNAMA PUTRA, S.T., M.Eng.
DOSEN PEMBIMBING II
Dr. Ir. Kasam, M.T.

SKALA	NO GAMBAR
1:200	7

TAMPAK SAMPING



FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN

PERENCANAAN TPST DI KABUPATEN KULON PROGO

JUDUL GAMBAR

CONVEYOR BELT
JALUR ORGANIC II

NAMA/NIM

FAISAL REZA PAHLEVI
17513147

DOSEN PEMBIMBING I

Dr. HIJRAH PURNAMA PUTRA, S.T., M.Eng.

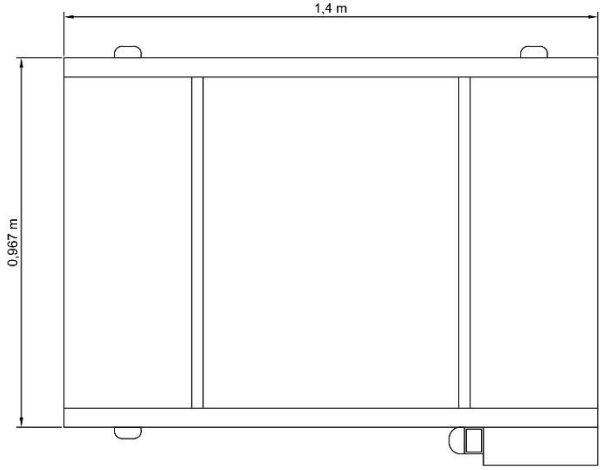
DOSEN PEMBIMBING II

Dr. Ir. Kasam, M.T.

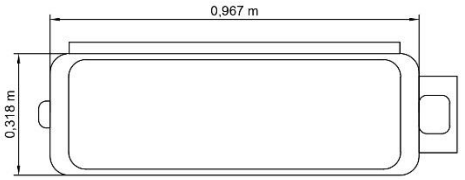
SKALA	NO GAMBAR
1:200	8

Lampiran 7

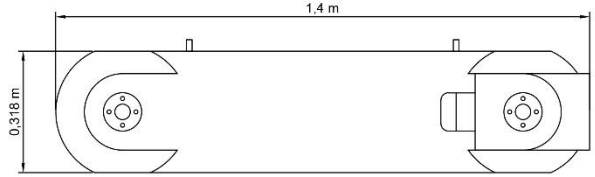
TAMPAK ATAS



TAMPAK DEPAN



TAMPAK SAMPING



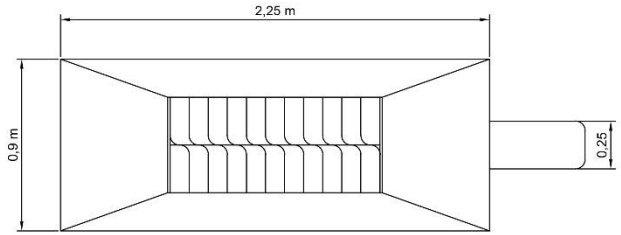
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
PERENCANAAN TPST DI KABUPATEN KULON PROGO
JUDUL GAMBAR
MAGNETIC SEPARATOR
NAMA/NIM
FAISAL REZA PAHLEVI 17513147
DOSEN PEMBIMBING I
Dr. HIJRAH PURNAMA PUTRA, S.T., M.Eng.
DOSEN PEMBIMBING II
Dr. Ir. Kasam, M.T.

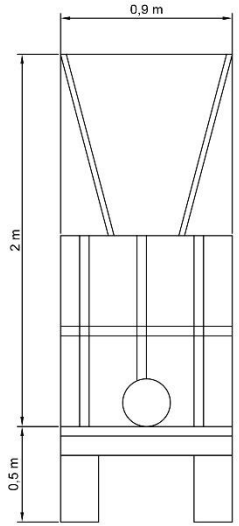
SKALA	NO GAMBAR
1:100	9

Lampiran 8

TAMPAK ATAS



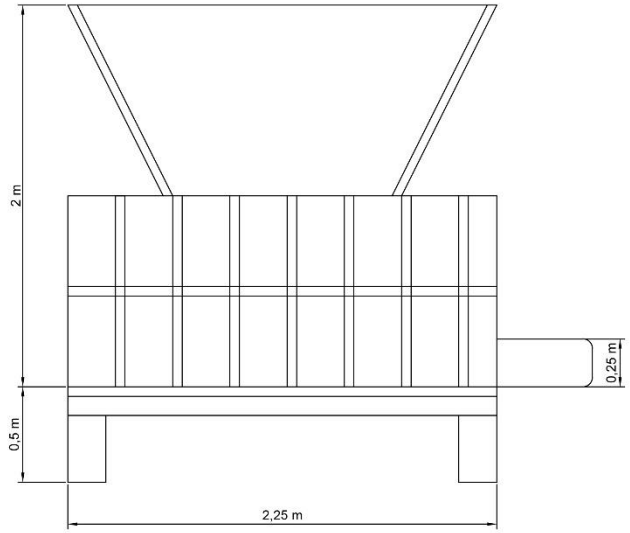
TAMPAK DEPAN



FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
PERENCANAAN TPST DI KABUPATEN KULON PROGO
JUDUL GAMBAR
SHREDDER I
NAMA/NIM
FAISAL REZA PAHLEVI 17513147
DOSEN PEMBIMBING I
Dr. HIJRAH PURNAMA PUTRA, S.T., M.Eng.
DOSEN PEMBIMBING II
Dr. Ir. Kasam, M.T.

SKALA	NO GAMBAR
1:200	10

TAMPAK SAMPING

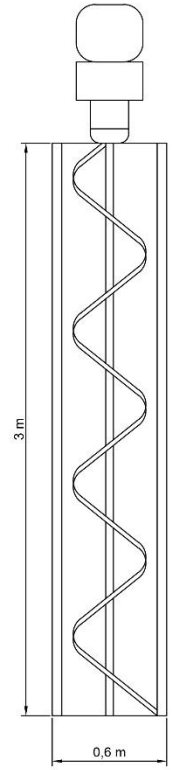


FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
PERENCANAAN TPST DI KABUPATEN KULON PROGO
JUDUL GAMBAR
SHREDDER II
NAMA/NIM
FAISAL REZA PAHLEVI 17513147
DOSEN PEMBIMBING I
Dr. HIJRAH PURNAMA PUTRA, S.T., M.Eng.
DOSEN PEMBIMBING II
Dr. Ir. Kasam, M.T.

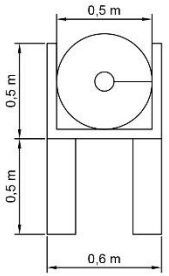
SKALA	NO GAMBAR
1:200	11

Lampiran 9

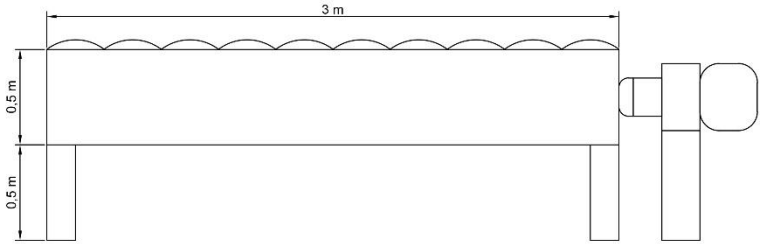
TAMPAK ATAS



TAMPAK DEPAN



TAMPAK SAMPING



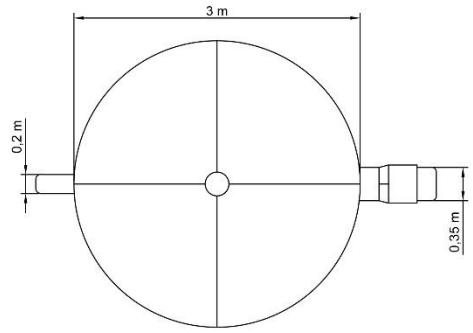
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
PERENCANAAN TPST DI KABUPATEN KULON PROGO
JUDUL GAMBAR
SCREW CONVEYOR
NAMA/NIM
FAISAL REZA PAHLEVI 17513147
DOSEN PEMBIMBING I
Dr. HIJRAH PURNAMA PUTRA, S.T., M.Eng.
DOSEN PEMBIMBING II
Dr. Ir. Kasam, M.T.

SKALA	NO GAMBAR
1:200	12

Lampiran 10

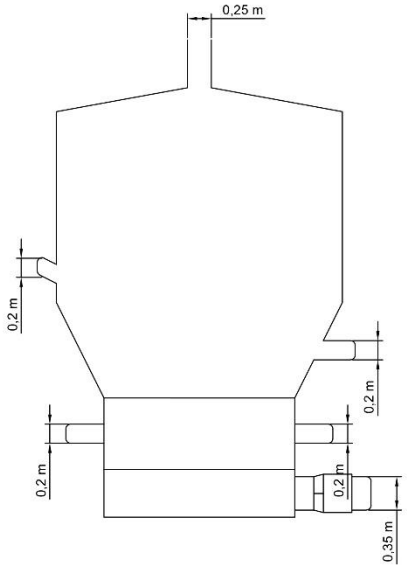
TAMPAK ATAS



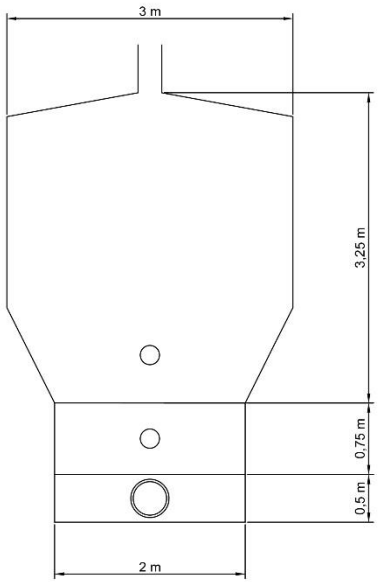
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
PERENCANAAN TPST DI KABUPATEN KULON PROGO
JUDUL GAMBAR
FLUIDIZED BED (FB) INCINERATOR I
NAMA/NIM
FAISAL REZA PAHLEVI 17513147
DOSEN PEMBIMBING I
Dr. HIJRAH PURNAMA PUTRA, S.T., M.Eng.
DOSEN PEMBIMBING II
Dr. Ir. Kasam, M.T.

SKALA	NO GAMBAR
1:400	13

TAMPAK SAMPING



TAMPAK DEPAN

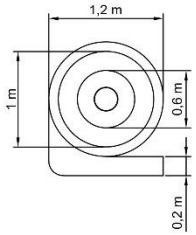


FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
PERENCANAAN TPST DI KABUPATEN KULON PROGO
JUDUL GAMBAR
FLUIDIZED BED (FB) INCINERATOR II
NAMA/NIM
FAISAL REZA PAHLEVI 17513147
DOSEN PEMBIMBING I
Dr. HIJRAH PURNAMA PUTRA, S.T., M.Eng.
DOSEN PEMBIMBING II
Dr. Ir. Kasam, M.T.

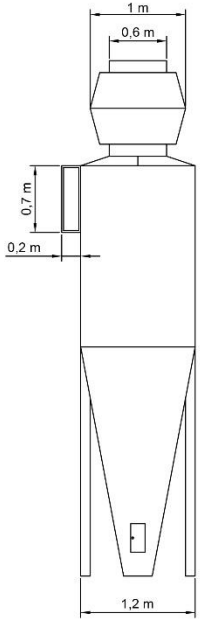
SKALA	NO GAMBAR
1:400	14

Lampiran 11

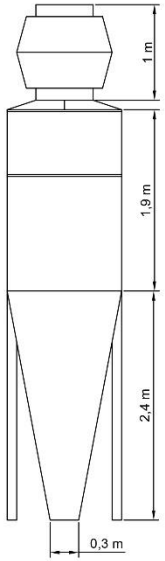
TAMPAK ATAS



TAMPAK DEPAN



TAMPAK SAMPING



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
PERENCANAAN TPST DI KABUPATEN KULON PROGO
JUDUL GAMBAR
CYCLONE SEPARATOR
NAMA/NIM
FAISAL REZA PAHLEVI 17513147
DOSEN PEMBIMBING I
Dr. HIJRAH PURNAMA PUTRA, S.T., M.Eng.
DOSEN PEMBIMBING II
Dr. Ir. Kasam, M.T.

SKALA	NO GAMBAR
1:400	15

Lampiran 12

AHSP KONSTRUKSI					
1. PEKERJAAN PERSIAPAN					
(K3) Pembuatan 1 m2 pagar sementara dari seng gelombang tinggi 2 meter					
No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA				
1	Pekerja	OH	0,2	Rp75.000	Rp15.000
2	Tukang kayu	OH	0,4	Rp85.000	Rp34.000
3	Kepala tukang	OH	0,02	Rp95.000	Rp1.900
4	Mandor	OH	0,02	Rp110.000	Rp2.200
				JUMLAH TENAGA KERJA	Rp53.100
B	Bahan				
1	Dolken kayu □ 8-10/400 cm	Batang	1,25	Rp25.000	Rp31.250
2	Semen portland	Kg	2,5	Rp45.000	Rp112.500
3	Seng gelombang	lbr	1,2	Rp55.000	Rp66.000
4	Pasir beton	m3	0,005	Rp135.000	Rp675
5	Koral beton	m3	0,009	Rp1.600.000	Rp14.400
6	Kayu 5/7	m3	0,072	Rp3.000.000	Rp216.000
7	Paku biasa 2” – 5”	Kg	0,06	Rp30.000	Rp1.800
8	Meni besi	Liter	0,45	Rp40.000	Rp18.000
				JUMLAH HARGA BAHAN	Rp460.625
C	Peralatan				
				JUMLAH HARGA ALAT	Rp0
D	Jumlah (A+B+C)				Rp513.725
E	*Overhead & Profit 15%*		15% x D (maksimum)		Rp77.059

F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				Rp590.784
2. PEKERJAAN TANAH					
Penggalian 1 m3 tanah biasa sedalam 2 m					
No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA				
1	Pekerja	OH	0,75	Rp75.000	Rp56.250
2	Mandor	OH	0,025	Rp110.000	Rp2.750
				JUMLAH TENAGA KERJA	Rp59.000
B	Bahan				
				JUMLAH HARGA BAHAN	Rp0
C	Peralatan				
				JUMLAH HARGA ALAT	Rp0
D	Jumlah (A+B+C)				Rp59.000
E	*Overhead & Profit 15%*		15% x D (maksimum)		Rp8.850
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				Rp67.850
Meratakan tanah ditumbuk halus m2					
No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA				
1	Pekerja	OH	0,25	Rp75.000	Rp18.750
2	Mandor	OH	0,01	Rp110.000	Rp1.100
				JUMLAH TENAGA KERJA	Rp19.850
B	Bahan				
1	Kapur sirih	Kg	0,15	Rp24.000	Rp3.600
2	Ampelas	lbr	0,1	Rp4.000	Rp400
3	Alang-alang	ikat	0,25	Rp10.000	Rp2.500

				JUMLAH HARGA BAHAN	Rp6.500
C	Peralatan				
				JUMLAH HARGA ALAT	Rp0
D	Jumlah (A+B+C)				Rp26.350
E	*Overhead & Profit 15%*		15% x D (maksimum)		Rp3.953
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				Rp30.303
3. PEKERJAAN PONDASI					
Pemasangan 1 m3 pondasi batu belah campuran 1SP : 3PP					
No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA				
1	Pekerja	OH	1,5	Rp75.000	Rp112.500
2	Tukang batu	OH	0,75	Rp85.000	Rp63.750
3	Kepala tukang	OH	0,075	Rp95.000	Rp7.125
4	Mandor	OH	0,075	Rp110.000	Rp8.250
				JUMLAH TENAGA KERJA	Rp191.625
B	Bahan				
1	Batu belah	m3	1,2	Rp200.000	Rp240.000
2	Semen portland	Kg	202	Rp4.500	Rp909.000
3	Pasir pasang	m3	0,485	Rp290.000	Rp140.650
				JUMLAH HARGA BAHAN	Rp1.289.650
C	Peralatan				
				JUMLAH HARGA ALAT	Rp0
D	Jumlah (A+B+C)				Rp1.481.275
E	*Overhead & Profit 15%*		15% x D (maksimum)		Rp222.191
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				Rp1.703.466

4. PEKERJAAN DINDING					
Pemasangan 1m2 dinding bata merah (5x11x22) cm tebal 1 batu campuran 1SP : 2PP					
No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA				
1	Pekerja	OH	0,6	Rp75.000	Rp45.000
2	Tukang batu	OH	0,2	Rp85.000	Rp17.000
3	Kepala tukang	OH	0,02	Rp105.000	Rp2.100
4	Mandor	OH	0,03	Rp110.000	Rp3.300
				JUMLAH TENAGA KERJA	Rp67.400
B	Bahan				
1	Bata Merah	buah	140	Rp1.000	Rp140.000
2	Semen portland	Kg	43,5	Rp4.500	Rp195.750
3	Pasir pasang	m3	0,08	Rp290.000	Rp23.200
				JUMLAH HARGA BAHAN	Rp358.950
C	Peralatan				
				JUMLAH HARGA ALAT	Rp0
D	Jumlah (A+B+C)				Rp426.350
E	*Overhead & Profit 15%*		15% x D (maksimum)		Rp63.953
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				Rp490.303
5. PEKERJAAN BETON					
Membuat 1 m3 beton mutu f'c = 7,4 Mpa					
No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA				
1	Pekerja	OH	1,65	Rp75.000	Rp123.750
2	Tukang batu	OH	0,275	Rp85.000	Rp23.375

3	Kepala tukang	OH	0,028	Rp105.000	Rp2.940
4	Mandor	OH	0,083	Rp110.000	Rp9.130
				JUMLAH TENAGA KERJA	Rp159.195
B	Bahan				
1	Semen Portland	Kg	247	Rp4.500	Rp1.111.500
2	Pasir beton	Kg	869	Rp6.500	Rp5.648.500
3	Kerikil (Maks 30 mm)	Kg	999	Rp5.000	Rp4.995.000
4	Air	Liter	215	Rp4.000	Rp860.000
				JUMLAH HARGA BAHAN	Rp11.755.000
C	Peralatan				
				JUMLAH HARGA ALAT	Rp0
D	Jumlah (A+B+C)				Rp11.914.195
E	*Overhead & Profit 15%*		15% x D (maksimum)		Rp1.787.129
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				Rp13.701.324
6. PEKERJAAN PENUTUP ATAP					
Pemasangan 1 m2 atap alumunium					
No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA				
1	Pekerja	OH	0,15	Rp75.000	Rp11.250
2	Tukang kayu	OH	0,75	Rp85.000	Rp63.750
3	Kepala tukang	OH	0,08	Rp105.000	Rp8.400
4	Mandor	OH	0,006	Rp110.000	Rp660
				JUMLAH TENAGA KERJA	Rp84.060
B	Bahan				
1	Aluminium gel tebal 0,55	lbr	1,05	Rp50.000	Rp52.500

2	Paku hak panjang 15 cm	Kg	0,02	Rp35.000	Rp700
				JUMLAH HARGA BAHAN	Rp53.200
C	Peralatan				
				JUMLAH HARGA ALAT	Rp0
D	Jumlah (A+B+C)				Rp137.260
E	*Overhead & Profit 15%*		15% x D (maksimum)		Rp20.589
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				Rp157.849
7. PEKERJAAN PENUTUP LANTAI DAN DINDING					
Pemasangan 1m2 lantai keramik artistik 10 cm x 20 cm					
No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA				
1	Pekerja	OH	0,7	Rp75.000	Rp52.500
2	Tukang batu	OH	0,35	Rp85.000	Rp29.750
3	Kepala tukang	OH	0,035	Rp105.000	Rp3.675
4	Mandor	OH	0,035	Rp110.000	Rp3.850
				JUMLAH TENAGA KERJA	Rp89.775
B	Bahan				
1	Ubin keramik	Bh	53	Rp7.000	Rp371.000
2	Semen portland	Kg	8,19	Rp4.500	Rp36.855
3	Pasir pasang	m3	0,045	Rp290.000	Rp13.050
4	Semen warna	Kg	2,75	Rp5.000	Rp13.750
				JUMLAH HARGA BAHAN	Rp434.655
C	Peralatan				
				JUMLAH HARGA ALAT	Rp0
D	Jumlah (A+B+C)				Rp524.430

E	*Overhead & Profit 15%*		15% x D (maksimum)		Rp78.665
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				Rp603.095
Pemasangan 1 m2 dinding keramik artistik 10 cm x 20 cm					
No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA				
1	Pekerja	OH	0,9	Rp75.000	Rp67.500
2	Tukang batu	OH	0,45	Rp85.000	Rp38.250
3	Kepala tukang	OH	0,045	Rp105.000	Rp4.725
4	Mandor	OH	0,045	Rp110.000	Rp4.950
				JUMLAH TENAGA KERJA	Rp115.425
B	Bahan				
1	Keramik artistik	Bh	53	Rp7.000	Rp371.000
2	Semen portland	Kg	9,30	Rp4.500	Rp41.850
3	Pasir pasang	m3	0,018	Rp290.000	Rp5.220
4	Semen warna	Kg	2,75	Rp5.000	Rp13.750
				JUMLAH HARGA BAHAN	Rp431.820
C	Peralatan				
				JUMLAH HARGA ALAT	Rp0
D	Jumlah (A+B+C)				Rp547.245
E	*Overhead & Profit 15%*		15% x D (maksimum)		Rp82.087
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				Rp629.332
8. PEKERJAAN KAYU					
`					
No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA				

1	Pekerja	OH	0,8	Rp75.000	Rp60.000
2	Tukang kayu	OH	2,4	Rp85.000	Rp204.000
3	Kepala tukang	OH	0,024	Rp105.000	Rp2.520
4	Mandor	OH	0,04	Rp110.000	Rp4.400
				JUMLAH TENAGA KERJA	Rp270.920
B	Bahan				
1	Papan kayu jati (lokal)	m3	0,024	Rp14.500.000	Rp348.000
2	Lem kayu	Kg	0,3	Rp11.000	Rp3.300
				JUMLAH HARGA BAHAN	Rp351.300
C	Peralatan				
				JUMLAH HARGA ALAT	Rp0
D	Jumlah (A+B+C)				Rp622.220
E	*Overhead & Profit 15%*		15% x D (maksimum)		Rp93.333
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				Rp715.553
BIDANG SDA					
9. PEKERJAAN TANAH					
1 m2 Pembersihan dan striping/kosrekan					
No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA				
1	Pekerja	OH	0,06	Rp75.000	Rp4.500
2	Mandor	OH	0,006	Rp120.000	Rp720
				JUMLAH TENAGA KERJA	Rp5.220
B	Bahan				
				JUMLAH HARGA BAHAN	Rp0
C	Peralatan				

				JUMLAH HARGA ALAT	Rp0
D	Jumlah (A+B+C)				Rp5.220
E	*Overhead & Profit 15%*		15% x D (maksimum)		Rp783
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				Rp6.003
PEMASANGAN MARKA					
10. PEMASANGAN MARKA					
Membuat Papan Nama Proyek 80x120 cm (bahan seng)					
No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA				
1	Pekerja	OH	2,1	Rp75.000	Rp157.500
2	Tukang kayu	OH	0,0175	Rp85.000	Rp1.488
3	Tukang batu	OH	1	Rp85.000	Rp85.000
3	Tukang cat	OH	1	Rp85.000	Rp85.000
4	Mandor	OH	1	Rp120.000	Rp120.000
				JUMLAH TENAGA KERJA	Rp448.988
B	Bahan				
1	Kayu meranti	m3	0,035	Rp5.250.000	Rp183.750
2	Seng plat lebar 90 cm	m	1,4	Rp45.000	Rp63.000
3	Paku	Kg	0,6	Rp13.500	Rp8.100
4	Cat kayu	Kg	1,5	Rp60.000	Rp90.000
5	PC	Kg	16,8	Rp45.000	Rp756.000
6	Pasir beton	m3	0,027	Rp6.500	Rp176
7	Kerikil beton	m3	0,0405	Rp1.600.000	Rp64.800
				JUMLAH HARGA BAHAN	Rp1.165.826
C	Peralatan				

		JUMLAH HARGA ALAT	Rp0
D	Jumlah (A+B+C)		Rp1.614.813
E	*Overhead & Profit 15%*	15% x D (maksimum)	Rp242.222
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)		Rp1.857.035