

BAB III

PEMANFAATAN SAMPAH ORGANIK SEBAGAI BAHAN BAKU BIOGAS DI PASAR INDUK KRAMAT JATI

3.1 Gambaran Umum Pasar Induk Kramat Jati

Pasar Induk Kramat Jati terletak pada koordinat $6^{\circ}17'44.36''$ Lintang Selatan dan $106^{\circ}52'10.87''$ Bujur Timur, dengan lokasi Jl. Raya Bogor Km. 17, Jakarta Timur, Propinsi DKI Jakarta, didirikan berdasarkan SK Gubernur DKI Jakarta No.D-V.a 18/1/17/1973 tanggal 28 Desember 1973 telah diremajakan mulai tanggal 1 Maret 2003 sampai dengan tanggal 31 Desember 2008 mempunyai luas areal 14,7 ha, luas bangunan 83.605 m^2 dan luas parkir 14.737 m^2 .

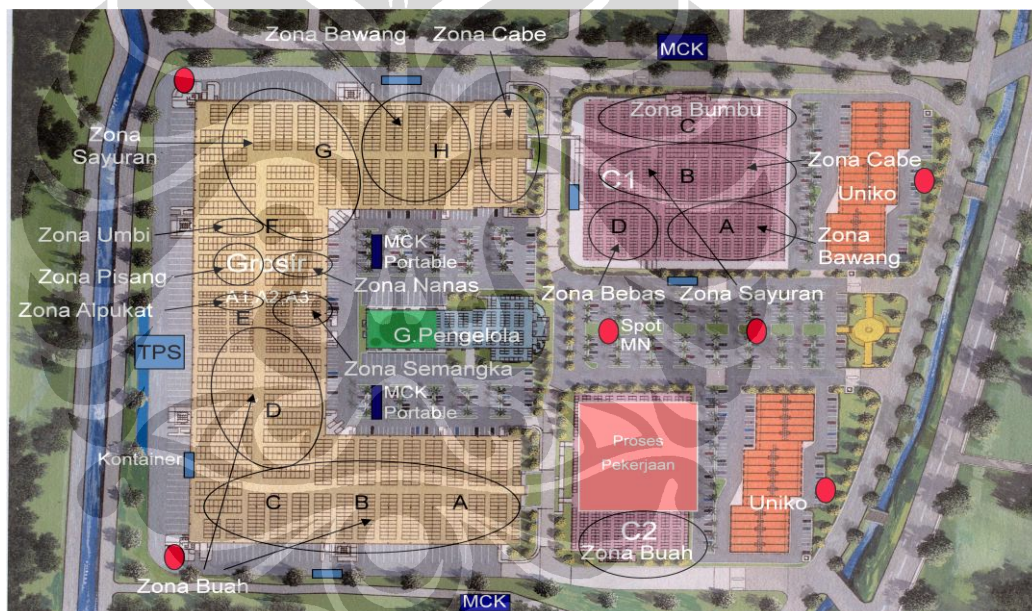


Gambar 3.1 Photo Satelit Lokasi Pasar Induk Kramat Jati

Pasar Induk Kramat Jati merupakan pusat perdagangan besar sayur-mayur dan buah-buahan untuk menjamin kelancaran distribusi dan juga sebagai terminal pengadaan dan penyaluran sayur dan buah yang akan berpengaruh kepada kegiatan perekonomian baik lokal maupun regional. Selain itu pendirian Pasar Induk Kramat Jati dilatarbelakangi untuk mengurangi volume sampah dalam kota, mengingat Jakarta sebagai Ibukota Negara. Di area Pasar Induk Kramat Jati terdapat berbagai macam aktivitas perdagangan, mulai dari aktivitas perdagangan

sayur-mayur dan buah-buahan yang merupakan aktivitas utama di area pasar induk (ditempati sebanyak 1.639 pedagang), aktivitas perkantoran/perbankan (109 pedagang) dan aktivitas lainnya (246 pedagang). Dalam sehari, jumlah pasokan berbagai jenis komoditi di area Pasar Induk Kramat Jati sebanyak: sayur-mayur (1.100-1.400 ton), buah-buahan (1.200-1.500 ton), umbi-umbian (90-120 ton) dan bumbu dapur (10-30 ton), dengan daerah distribusi untuk wilayah DKI Jakarta (70%), Botabek (25%), restoran/rs (2%) dan untuk lain-lain (3%).

Antara tanggal 1 Maret 2003 s/d 31 Desember 2008 dilakukan peremajaan pada jumlah tempat usaha (TU) sehingga mengalami penambahan sebesar 20% (sebanyak 775 TU) sehingga totalnya menjadi 4.428 TU ditambah dengan unit ruko 80 TU.



Gambar 3.2 Denah Lokasi Usaha Pasar Induk Kramat Jati

3.2 Potensi Sampah Pada Pasar Induk Kramat Jati

Sebagai pusat perdagangan sayur-mayur dan buah-buahan terbesar di DKI Jakarta, Pasar Induk Kramat Jati menghasilkan sampah dalam jumlah yang besar. Sebagian besar sampah tersebut berasal dari sampah sayur-mayur, sampah buah-buahan, sampah umbi-umbian, sampah bumbu dapur, sampah jerami, sampah yang berasal dari sisa-sisa makanan: pembungkus dan kemasan makanan baik

plastik, kertas ataupun *sterofoam*; bungkus rokok dan kantung plastik, serta beberapa sampah lainnya yang berasal dari kayu, kaleng, dll.

Rata-rata sampah organik yang dihasilkan dari aktivitas perdagangan sayur-mayur, buah-buahan dan umbi-umbian pada Pasar Induk Kramat Jati adalah sebanyak 3.778,97 ton/hari. Total rata-rata sampah organik per bulan (Januari – Desember 2009) yang dihasilkan Pasar Induk Kramat Jati, baik yang sudah terealisasi untuk diangkut maupun yang belum terealisasi untuk diangkut (sisa) dapat terlihat pada Tabel 3.1. di bawah ini.

Tabel 3.1. Realisasi angkutan sampah untuk periode Januari s/d Desember 2009

| NO. | BULAN | REALISASI | SISA | TOTAL SAMPAH | |
|--|-----------|-----------|-------|--------------|----------|
| | | m3 | m3 | m3 | ton |
| 1 | Januari | 6.671 | 2.750 | 9.421 | 3.768,4 |
| 2 | Februari | 5.037 | 3.850 | 8.887 | 3.554,8 |
| 3 | Maret | 6.034 | 1.418 | 7.452 | 2.980,8 |
| 4 | April | 6.244 | 3.247 | 9.491 | 3796,4 |
| 5 | Mei | 6.211 | 3.927 | 10.138 | 4.055,2 |
| 6 | Juni | 6.782 | 3.552 | 10.334 | 4.133,6 |
| 7 | Juli | 6.471 | 3.755 | 10.226 | 4.090,4 |
| 8 | Agustus | 6.286 | 3.676 | 9.962 | 3.984,8 |
| 9 | September | 5.892 | 2.623 | 8.515 | 3.406 |
| 10 | Oktober | 6.179 | 3.651 | 9.830 | 3.932 |
| 11 | November | 6.557 | 2.628 | 9.185 | 3.674 |
| 12 | Desember | 7.228 | 2.565 | 9.793 | 3.917,2 |
| Total | | | | 113.234 | 45.347,6 |
| Rata-rata Sampah : 3.778,97 Ton/bulan atau 124,24 ton/hari | | | | | |

Sumber : PD. Pasar Jaya Area 20

3.3 Karakteristik Sampah Pasar Induk Kramat Jati

Berdasarkan sifat bahan kimianya, karakteristik sampah hasil buangan pasar induk dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis, yaitu sampah organik dan

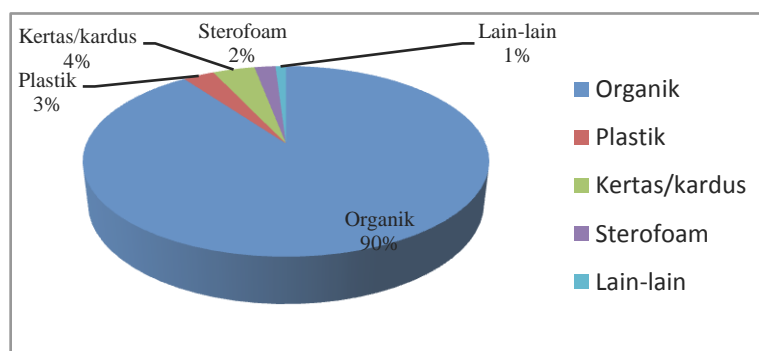
sampah non organik. Sampah organik adalah sampah dengan kandungan bahan yang dapat dengan mudah diuraikan oleh mikroorganisme (misal: sampah sayuran dan buah-buahan, dll), sedangkan sampah non organik adalah jenis sampah yang tidak dapat terurai oleh mikroorganisme (misal: plastik, kertas/kardus, sterofom, kayu, kaleng). Untuk mengetahui jumlah potensi sampah organik di pasar induk, terlebih dahulu harus diketahui persentase komposisi sampahnya. Persentase komposisi sampah dapat diperoleh dengan menggunakan metode sampling, yaitu mengambil sebagian sampah yang ada di TPS untuk dijadikan sebagai sampel, dari sampel tersebut kemudian sampah dipilah berdasarkan kategorinya, setelah itu dilakukan pengukuran berat (menimbang) setiap kategori sampah yang telah dipilah. Dalam hal ini penulis memperoleh data persentase komposisi sampah pasar induk dari pihak pengelola PD Pasar Jaya Area 20, persentase komposisi sampah dan jumlah sampah organik dapat dilihat pada Tabel 3.2 di bawah.

Tabel 3.2 Persentase Rata-rata Komposisi Sampah Di Pasar Induk Kramat Jati

| Jenis Sampah | Sumber Sampah | Komposisi (%) |
|--|---|---------------|
| Organik | sampah sayuran, buah, umbi-umbian, bumbu dapur dan jerami | 90 |
| Plastik | kantong plastik, kemasan makanan, kemasan minuman | 3 |
| Kertas/kardus | dus buah, bungkus makanan, bungkus rokok | 4 |
| Sterofom | pembungkus buah, pembungkus makanan | 2 |
| Lain-lain (kayu, karet, kaleng, kaca, dll) | sisa peti kayu, karet gelang, sandal, kaleng minuman | 1 |

Sumber : PD. Pasar Jaya Area 20

Secara grafik, perbandingan komposisi sampah rata-rata di Pasar Induk Kramat Jati adalah seperti Gambar 3.3 berikut.



Gambar 3.3 Komposisi Sampah rata-rata di Pasar Induk Kramat Jati

Sumber : PD. Pasar Jaya Area 20

Sampah organik merupakan komponen sampah yang terbesar dengan persentase komposisi rata-rata sebesar 90% dari seluruh sampah pasar yang ada. Sampah ini utamanya dihasilkan dari aktifitas perdagangan di area bangunan grosir A.1-A.3, area bangunan sub grosir sayuran C.1 dan area bangunan sub grosir buah C.2. Sedangkan jenis sampah pasar lainnya yang terdiri dari: sampah plastik (3%), sampah kertas/kardus (4%), sampah sterofom (2%) dan lain-lain (1%) lebih banyak dihasilkan dari aktivitas yang ada di area bangunan kantor pengelola, kantor agro outlet dan unit ruko (uniko). Dengan mengetahui jumlah sampah pasar perbulannya (berdasarkan data tabel 3.1), dan persentase rata-rata komposisi sampah organik di Pasar Induk Kramat Jati (tabel 3.2), maka dapat ditentukan besarnya rata-rata jumlah sampah organik perhari yang dapat dihasilkan di Pasar Induk Kramat Jati, sebagaimana terlihat pada Tabel 3.3 di bawah.

Tabel 3.3 Rata-rata Jumlah Sampah Organik Perhari Di Pasar Induk Kramat Jati

| Bulan | Jumlah Sampah Organik | | | Bulan | Jumlah Sampah Organik | | |
|--------------------|-----------------------|---------|----------|-----------|-----------------------|-----------|----------|
| | (m ³) | (ton) | (ton/hr) | | (m ³) | (ton) | (ton/hr) |
| Januari | 8.478,9 | 3.391,6 | 113,1 | Juli | 9.203,4 | 3.681,4 | 118,8 |
| Februari | 7.998,3 | 3.199,3 | 114,3 | Agustus | 8.965,8 | 3.586,3 | 115,7 |
| Maret | 6.706,8 | 2.682,7 | 86,5 | September | 7.663,5 | 3.065,4 | 102,2 |
| April | 8.541,9 | 3.416,8 | 110,2 | Oktober | 8.847 | 3.538,8 | 114,2 |
| Mei | 9.124,2 | 3.649,7 | 117,7 | November | 8.266,5 | 3.306,6 | 110,2 |
| Juni | 9.300,6 | 3.720,2 | 124,0 | Desember | 8.813,7 | 3.525,5 | 113,7 |
| Total/tahun | | | | | 101.910,6 | 40.764,24 | |
| | | | | | Rata-rata/hari | | 111,7 |

Sumber : PD. Pasar Jaya Area 20

Diperoleh rata-rata jumlah sampah organik yang dihasilkan oleh Pasar Induk Kramat Jati selama periode Januari s/d Desember 2009 sebesar 40.764 ton/tahun (111,7 ton/hari). Sampah organik hasil buangan pasar ini dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi biogas. Untuk dapat mengetahui seberapa besar potensi sumber energi biogas (m³/hari) yang tersedia di area Pasar Induk Kramat Jati, dapat dilakukan perhitungan dengan menggunakan beberapa pendekatan metode konversi yang ada.

3.4 Pengelolaan Sampah di Pasar Induk Kramat Jati

Sistem pengelolaan sampah yang dilakukan di Pasar Induk Kramat Jati merupakan pengelolaan sektor formal. Pengelolaan dilakukan oleh Dinas Kebersihan Pemda DKI Jakarta yang bekerjasama dengan PT. Garda Transmoes Mandiri. Pengelolaan sampah dilakukan dengan urutan mulai dari pewadahan, pengumpulan dan pengangkutan. Pewadahan di area bangunan grosir (A.1-A.3), bangunan C.1 (sub grosir sayuran) dan bangunan C.2 (sub grosir buah) dilakukan dengan menggunakan wadah sampah keranjang dan gerobak (gambar 3.3). Jadi sampah yang ada di bangunan grosir dan sub grosir (A.1-A.3, C.1 dan C.2) disapu lalu dikumpulkan kedalam wadah tersebut. Selain dengan menggunakan keranjang dan gerobak, pewadahan juga dilakukan dengan menggunakan wadah sampah (*trash bin*) 120 liter khususnya di area bangunan kantor pengelola, kantor agro outlet dan unit ruko (uniko).



Gambar 3.4 Pewadahan Sampah Di Area Pasar Induk
(a). keranjang dan gerobak, (b). wadah sampah (*trash bin*) 120 liter

Kemudian dari keranjang, gerobak dan wadah sampah (*trash bin*) 120 liter, sampah sebagian dikumpulkan di tempat penempatan sementara (TPS) dan ada pula yang langsung dikumpulkan di kontainer dengan kapasitas 15 m³, sebagaimana ditunjukkan pada gambar 3.4. Sampah yang telah terkumpul di dalam TPS maupun kontainer, kemudian diangkut dengan menggunakan truk pengangkut sampah yang berupa truk tronton (mempunyai kapasitas 22 m³/rit) dan juga truk kontainer (mempunyai kapasitas 15 m³/rit) menuju ke tempat penempatan akhir (TPA) Bantar Gebang, Bekasi. Biasanya proses pengangkutan sampah ini dilakukan setiap harinya pada pagi hari pukul 06.⁰⁰ WIB.

Yang bertanggungjawab dalam upaya pengelolaan sampah di area Pasar Induk Kramat Jati adalah Dinas Kebersihan Pemda DKI Jakarta bekerjasama dengan PT. Garda Transmoes Mandiri. Namun kenyataannya, pengelolaan sampah sampai dengan saat ini masih menjadi salah satu permasalahan utama yang dihadapi oleh PD Pasar Jaya Area 20 Pasar Induk Kramat Jati. Permasalahan yang dihadapi dalam teknis operasional pengelolaan persampahan di area pasar induk ini antara lain:

- Kapasitas peralatan yang belum memadai
Kurangnya fasilitas peralatan pengumpulan sampah di Pasar Induk Kramat Jati menyebabkan proses pengumpulan sampah tersebut menjadi kurang efisien. Jumlah truk pengumpul/pengangkut sampah yang sedikit menyebabkan pengangkutan sampah di area pasar induk menjadi tidak maksimal (tuntas), ditambah lagi masih kurangnya jumlah wadah sampah (keranjang, gerobak) dan tempat penempatan sampah (kontainer) sehingga terlihat penumpukan sampah yang masih belum terangkut truk khususnya di area bangunan grosir (A.1-A.3), bangunan C.1 (sub grosir sayuran) dan bangunan C.2 (sub grosir buah).
- Perawatan alat yang kurang
Kurangnya perawatan alat-alat yang ada menyebabkan beberapa peralatan tersebut tidak layak pakai. Diantaranya adalah kondisi *louder* yang telah berusia 35 tahun yang sering mengalami kerusakan. Hal ini menunjukkan perawatan peralatan persampahan oleh petugas yang sangat kurang sehingga usia *louder* sampai jauh dari semestinya. Peremajaan *louder* ini sudah dimasukkan kedalam salah satu prioritas utama dalam pengelolaan Pasar Induk Kramat Jati Tahun Anggaran 2011.

3.5 Perhitungan Kapasitas Energi Biogas Dari Bahan Baku Sampah Organik Pada Pasar Induk Kramat Jati

Telah disebutkan bahwa biogas terbentuk pada proses degradasi (penguraian) biologis dari sampah organik pada kondisi tanpa oksigen. Sampah organik akan menjalani proses penguraian dan materi cairnya akan terbuang dan yang diproses adalah bagian padat dari sampah organik tersebut yang disebut

Total Solid (TS), jumlah TS biasanya direpresentasikan dalam % bahan baku sampah organik. Bagian padat selama masa penguraian tertentu dalam digester *anaerob (retention time)* akan mengalami tahap gasifikasi dan akan tertinggal sisa material organik yang tidak dapat diuapkan. Banyaknya gas yang dihasilkan dari potensi bagian padat sampah organik inilah yang disebut *Volatile Solid (VS)*. VS menunjukkan jumlah indikasi awal pembentukan gas metan, jumlah VS biasanya direpresentasikan dalam % TS.

Menurut artikel dalam *Biomass Inventory and Bioenergy Assessment An Evaluation of Organic Material Resources for Bioenergy Production in Washington State* by Craig Frear, Bingcheng Zhao, Guobin Fu, Michael Richardson and Shulin Chen Department of Biological Systems Engineering Washington State University and Mark R. Fuchs Solid Waste & Financial Assistance Program Department of Ecology Spokane, yang diterbitkan oleh Departemen Ekologi Washington, terdapat tiga tahapan dalam metodologi perhitungan energi untuk *anaerobic digestion*, yaitu:

1. Perhitungan jumlah dari *total solid (TS)* *volatile solid (VS)* dan Produksi Biogas dalam proses *anaerobic digestion*.

Berdasarkan hasil pengujian telah dilakukan oleh Tanya McDonald, Gopal Achari, and Abimbola Abiola dalam artikel *Feasibility of increased biogas production from the co-digestion of agricultural, municipal, and agro-industrial wastes in rural communities*, dengan pengujian produksi biogas berbahan baku sampah organik, diperoleh nilai konversi sampah organik menjadi TS dan VS sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 3.6 di bawah ini. Dalam literatur ini, nilai VS setara dengan nilai biogas yang dihasilkan.

Tabel 3.4 Potensi TS, VS dan Produksi Biogas Sampah Organik

| Jenis Bahan (Kg) | T S (%) | VS dalam TS (%) | Produksi Biogas (M ³ /Kg TS) | Referensi |
|------------------|---------|-----------------|---|---|
| Sampah Organik | 27,7 | 74,1 | 0,676 | Tanya McDonald, Gopal Achari, dan Abimbola Abiola dalam artikel <i>Feasibility of increased biogas production from the co-digestion of agricultural, municipal, and agro-industrial wastes in rural communities</i> |

Berdasarkan Tabel 3.4 tersebut diatas, maka persamaan untuk menghitung TS, VS dan produksi biogas adalah sebagai berikut:

$$TS = 27,7\% \times Q \quad \dots\dots\dots(3.1)$$

$$VS = 74,1\% \times TS \quad \dots\dots\dots(3.2)$$

$$VBS = 0,676 \times VS \quad \dots\dots\dots(3.3)$$

Dimana:

Q = potensi sampah (Kg/hari)

TS = *total solid* (Kg/hari)

VS = *volatile solid* (Kg/hari)

VBS= volume produksi biogas (m³/hari)

2. Perhitungan Jumlah Gas Metane yang dihasilkan

Untuk menghitung jumlah potensi energi listrik yang dihasilkan dalam suatu proses *anaerobic digestion*, jumlah gas metan merupakan parameter yang berkaitan langsung dengan jumlah energi listrik, sedangkan gas lain tidak berhubungan dengan proses tersebut, jumlah metan yang dihasilkan berdasarkan jumlah *volatile solid* (VS) untuk 1 Kg campuran sampah organik adalah seperti pada tabel berikut (K.Muthupandi, Maret 2007).

Tabel 3.5. Jumlah Volume Gas Metan dari Sampah organik pasar

| Produksi Biogas (m ³ /hari) | Jumlah Gas Metan (%) | Referensi |
|---|-------------------------|--------------------------|
| VBS | 60 | K.Muthupandi, Maret 2007 |

Berdasarkan Tabel 3.5 tersebut diatas, persamaan untuk menghitung gas metan adalah:

$$VGM = 60\% \times VBS \dots\dots\dots(3.4)$$

Dimana:

VGM = volume gas metan (m³/hari)

VBS = volume produksi biogas (m³/hari)

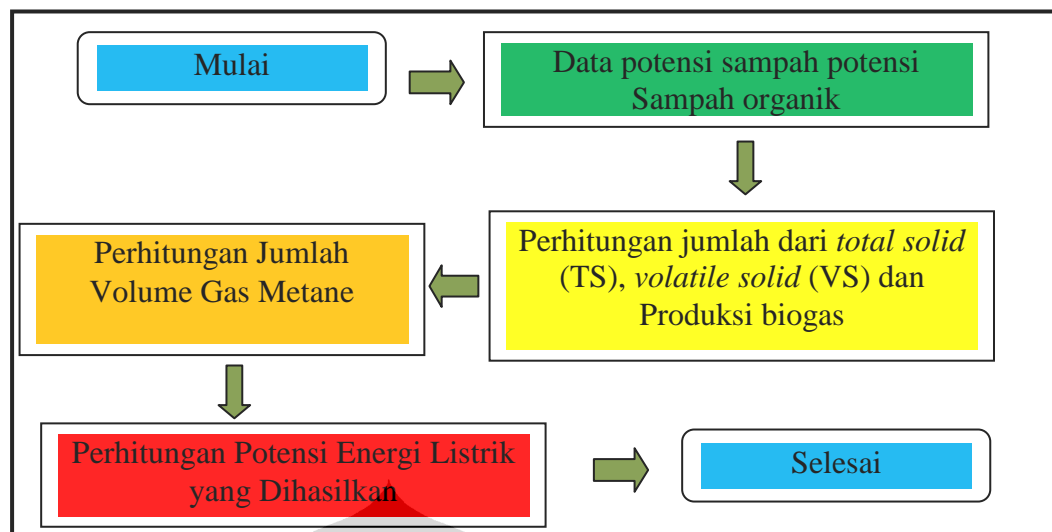
3. Perhitungan Potensi Energi Listrik yang Dihasilkan

Untuk menghitung potensi energi listrik yang dihasilkan, maka potensi gas metan dalam m³ harus disetarakan dalam satuan energi listrik (kWh). Dalam Buku *Renewable Energy Conversion, Transmsision and Storage* karya Bent Sorensen, bahwa 1 m³ gas methane setara dengan 33.810×10^3 J, sedangkan 1 kWh setara dengan $3,6 \times 10^7$ Joule. Sehingga 1 m³ gas metane menghasilkan energi listrik sebesar 9,39 kWh.

Tabel. 3.6 Konversi Energi Gas Metan menjadi Energi Listrik

| Jenis Energi | Setara Energi | Referensi |
|-------------------------------|----------------------|---|
| 1. 1 Kg Gas Metan | $6,13 \times 10^7$ J | <i>Renewable Energy Conversion, Transmsision and Storage</i> , Bent Sorensen, Juni 2007 |
| 2. 1 kWh | $3,6 \times 10^6$ J | |
| 3. 1 m ³ Gas Metan | 9,39 kWh | |

Diagram alur Proses perhitungan potensi biogas dari sampah organik dapat dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Diagram Alur Proses Perhitungan Potensi Biogas dari Sampah Organik

Perhitungan potensi biogas sampah organik di Pasar Induk Kramat Jati adalah sebagai berikut:

1. Perhitungan jumlah dari *total solid* (TS) *volatile solid* (VS) dan Produksi Biogas

Berdasarkan Tabel 3.3 potensi sampah harian sebagai bahan baku biogas adalah: $Q = 111,7$ ton/hari atau 111.700 Kg/ hari, dan dengan menggunakan persamaan 3.1, 3.2 dan 3.3 berturut-turut dapat diketahui nilai TS, VS dan Produksi Biogas adalah,

$$\begin{aligned}
 TS &= 27,7\% \times Q \\
 &= 27,7\% \times 111.700 \\
 &= 30.940,9 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 VS &= 74,1\% \times TS \\
 &= 74,1\% \times 30.940,9 \\
 &= 22.927,21 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 VBS &= 0,676 \times VS \\
 &= 0,676 \times 22.927,21 \\
 &= 15.498,8 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

2. Perhitungan Produksi Gas Metan

Seperti yang telah dijelaskan pada bab-bab sebelumnya, produksi energi pada biogas sebanding dengan produksi gas metan. Dengan diketahui nilai produksi biogas (VBS) sebesar 15.498,8 m³ dan dengan menggunakan persamaan 3.4 maka dapat diketahui produksi gas metan (VGM) adalah,

$$\begin{aligned} \text{VGM} &= 60\% \times \text{VBS} \\ &= 60\% \times 15.498,8 \\ &= 9.299,3 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

3. Perhitungan potensi energi listrik yang dihasilkan

Dengan diketahui volume gas metan yang dihasilkan, yaitu 9.299,3 m³, dan Faktor Konversi (FK) berdasarkan Tabel 3.6. (1 m³ Gas Metan setara 1,17 kWh), sehingga potensi energi listrik yang dihasilkan adalah:

$$\begin{aligned} E &= \text{VGM} \times \text{FK} \\ &= 9.299,3 \times 9,39 \\ &= 87.320,43 \text{ kWh} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan potensi energi listrik dari biogas dengan bahan baku sampah organik di Pasar Induk Kramat Jati secara lengkap disajikan pada Tabel 3.7 berikut:

Tabel 3.7. Hasil perhitungan kapasitas biogas dan PLT Biogas

| No | Jenis Proses Perhitungan | Hasil Perhitungan |
|----|--|-------------------------|
| 1. | Potensi Sampah Organik (Q) | 111.700 Kg/ hari |
| 2. | Perhitungan jumlah dari <i>total solid</i> (TS) | 30.940,9 Kg |
| 3. | Perhitungan jumlah dari <i>volatile solid</i> (VS) | 22.927,21 Kg |
| 4. | Perhitungan jumlah volume produksi biogas (VBS) | 15.498,8 m ³ |
| 5. | Perhitungan jumlah volume gas metan (VGM) | 9.299,3 m ³ |
| 6. | Perhitungan potensi energi listrik (E) | 87.320,43 kWh |