

Penanggulangan Timbunan Sampah di Perumahan Bukit Mekar Wangi Menggunakan Bangunan TPS BMW

Muhamad Lutfi¹, Nurul Chayati², Alimuddin³, Sendi Abduloh Sidik⁴,
Muhammad Khaerul Insan⁵, Siti Kholifah Syaja'ah
Program Studi Teknik Sipil, Universitas Ibn Khaldun Bogor

Email: mlutfi@ft.uika-bogor.ac.id¹, nurul.chayati@uika-bogor.ac.id², alimuddin@uika-bogor.ac.id³,
asidisendi24@gmail.com⁴, khaerulinsan@uika-bogor.ac.id⁵, siti.kholifah@uika-bogor.ac.id⁶

ABSTRAK

Permasalahan timbunan sampah di kawasan perkotaan terus meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk. Peningkatan jumlah penduduk sebesar 0,98% di Kota Bogor berkontribusi terhadap tingginya volume sampah. Penelitian ini bertujuan untuk mendapat rancangan terutama pada tata letak, analisis struktur bangunan Tempat Penampungan Sementara (TPS) sampah dan rencana anggaran biaya (RAB). Pada proses pembangunan bangunan TPS BMW memperhatikan beberapa aspek teknis guna untuk menentukan tata letak bangunan dan kekuatan konstruksi bangunan tersebut agar dapat berfungsi maksimal. Metode yang dipakai menggunakan perhitungan analisis struktur, sedangkan pemeriksaan balok dan kolom dengan menggunakan perangkat lunak ETABS v.21. Berdasarkan analisis struktur bangunan TPS BMW direncanakan dengan dimensi 19,3×4,2m Menggunakan material beton bertulang dengan struktur penutup atap berupa dek beton. Spesifikasi material struktur yang digunakan adalah beton dengan mutu 22,84 MPa dan mutu leleh baja tulangan (f_y) 420 MPa. Dimensi elemen struktur kolom adalah K30×30cm, balok induk B20×40cm dan tebal pelat beton 12cm. Output analisis struktur bangunan yang direncanakan menunjukkan kolom berwarna ungu dengan rasio kekuatan 0,90 hingga 0,95, yang menandakan bahwa struktur cukup aman terhadap beban kerja. Sementara itu, balok berwarna hitam menunjukkan bahwa struktur aman terhadap beban yang bekerja.

Kata Kunci: Timbunan sampah, TPS, analisis struktur, rencana anggaran biaya.

ABSTRACT

The problem of waste generation in urban areas continues to grow alongside population growth. Bogor City's population increase of 0.98% contributes to the high volume of waste. This research aims to develop a design for the layout and structural analysis of a temporary waste shelter (TPS) and a cost budget plan (RAB). Several technical aspects were considered in the process of building the BMW TPS building in order to determine the layout and strength of the construction so that it can function optimally. The method uses structural analysis calculations of structural members (beams and columns) using ETABS v.21 software. Based on the structural analysis, the BMW TPS building is planned to have dimensions of 19.3×4.2m and to be made of reinforced concrete with a concrete deck roof. The structural material specifications are concrete with a strength of 22.84 MPa and reinforcing steel with a yield strength of 420 MPa. The dimensions of the structural column elements are 30 cm x 30 cm, the main beam is 20 cm x 40 cm, and the concrete slab is 12 cm thick. The structural analysis of the planned building shows that the columns are purple, indicating a strength ratio of 0.90 to 0.95 and that the structure is reasonably safe against working loads. Meanwhile, black-colored beams indicate that the structure is safe against working loads.

Keywords: Waste generation, municipal waste, structural analysis, cost budget plan.

Submitted:	Reviewed:	Revised	Published:
07 Maret 2025	29 Mei 2025	29 Juli 2025	01 Agustus 2025

PENDAHULUAN

Kota Bogor merupakan salah satu kota yang mengalami pertumbuhan penduduk yang pesat. Berdasarkan data Badan Pusat Statistika (BPS) Kota Bogor, laju pertumbuhan jumlah penduduk Kota Bogor sebesar 0,98% dalam kurun waktu 2010 hingga 2020. Pada tahun 2020, jumlah penduduk tercatat 1.043.070 jiwa (Badan Pusat Statistik Kota Bogor, 2021). Salah satu wilayah dengan laju pertumbuhan penduduk tertinggi adalah Kecamatan Tanah Sereal, yang mencatat

angka 1,42%, menjadikan sebagai kawasan dengan kepadatan yang rawan terhadap peningkatan timbunan sampah. Berdasarkan data nasional, timbunan sampah di wilayah perkotaan mencapai rata-rata 1,25 kg/orang/hari. Di Perumahan Bukit Mekar Wangi, sektor III, RT 04/RW 05, Kelurahan Mekarwangi, Kecamatan Tanah Sereal, yang terdiri dari 4 Rukun Tetangga (RT) dengan sekitar 250 kk atau 2.000 jiwa, dengan perkiraan timbunan sampah mencapai 1,25 ton/hari. Besarnya volume ini membutuhkan

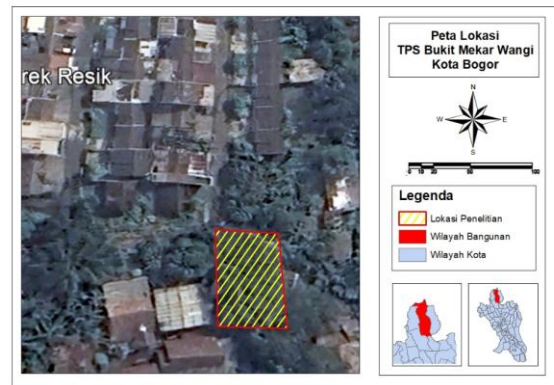
sistem pengolahan yang memadai, terutama pada level Tempat Penampungan Sementara (TPS) sampah.

Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) 19-2454 (2002), sampah adalah limbah yang padat yang terdiri dari zat organik dan anorganik yang dianggap tidak berguna lagi dan terus dikelola agar tidak membahayakan lingkungan dan melindungi investasi pembangunan. Pemerintah telah mengatur hal ini melalui Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 27 Tahun 2020, yang menyatakan bahwa pengelolaan sampah merupakan kegiatan yang sistematis, menyeluruh dan berkesinambungan yang meliputi pengurangan dan penanganan sampah. Namun, masih banyak TPS yang belum memenuhi standar teknis, termasuk TPS BMW di Perumahan Bukit Mekar Wangi yang belum memiliki bangunan pengolahan yang layak. Hal ini berdampak pada efektivitas pengumpulan dan pengolahan awal sampah. Perlu dirancang bangunan TPS yang representatif dan sesuai standar untuk mendukung pengolahan sampah yang berkelanjutan, sebagaimana tertuang dalam Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 tentang pengolahan sampah, yang menyatakan bahwa “pengelolaan sampah harus dilakukan secara berwawasan lingkungan untuk menjamin kesehatan masyarakat dan lingkungan serta menjadikan sampah sebagai sumber daya” (Undang-Undang Nomor 18, 2008). Hasil penelitian yang ingin dicapai, yaitu: (1) mendapatkan hasil tata letak (*layout*) bangunan TPS BMW yang sesuai dengan Permen PU No. 03/PRT/M/2013 tentang Penyelenggaraan Prasarana dan Sarana Persampahan dalam Penanganan Sampah Rumah Tangga dan Sejenis Sampah Rumah Tangga; (2) mendapatkan hasil analisis struktur bangunan TPS BMW meliputi analisis kolom dan balok. Pemeriksaan balok dan kolom dengan menggunakan perangkat lunak; (3) mendapatkan rencana anggaran biaya (RAB) bangunan TPS BMW.

METODE PENELITIAN

Tempat dan waktu penelitian

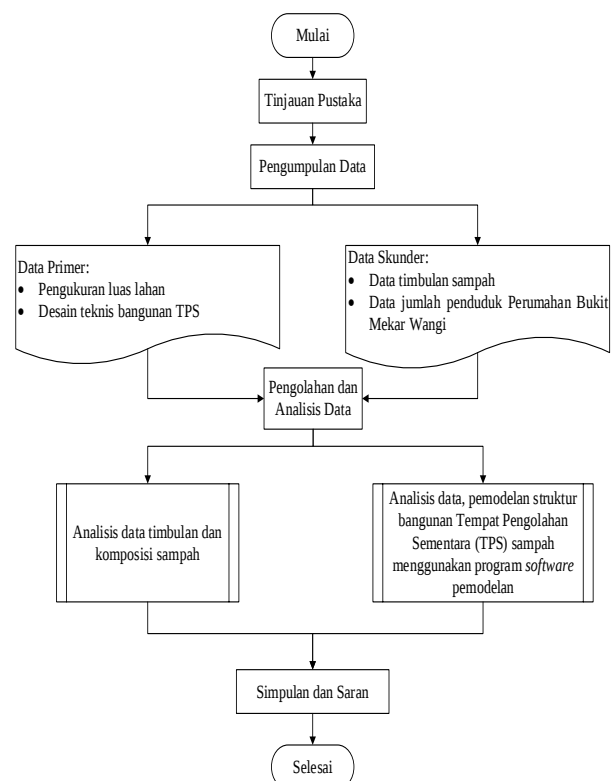
Lokasi penelitian dilaksanakan di lahan kosong yang berlokasi di Perumahan Bumi Mekar Wangi Sektor III, RT.04/RW 05, Kelurahan Mekar Wangi, Kecamatan Tanah Sereal, Kota Bogor dengan koordinat bujur/long. 106.779344 dan koordinat lintang/lat. -6.528518. Denah lokasi penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Denah lokasi penelitian
(sumber: Google Earth, 2025)

Tahapan dan diagram alir penelitian

Penelitian ini dimulai dengan melakukan observasi dan pengumpulan data yang berhubungan dengan persyaratan struktur beton dan pengambilan data volume timbunan sampah yang dihasilkan berdasarkan SNI 19-3964-1994 tentang (Metode Pengambilan dan Pengukuran Contoh Timbunan dan Komposisi Sampah Perkotaan), SNI-2847-2019 (Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung), SNI-1726-2019 (Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung) dan SNI 1727:2020 tentang (Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain).



Gambar 2 Diagram alir penelitian
(sumber: analisis pribadi)

Data primer dikumpulkan melalui pengukuran lapangan, sedangkan data sekunder diperoleh dari data timbulan sampah dan data jumlah penduduk di perumahan bukit mekar wangi kota Bogor. Data dianalisis untuk menentukan jumlah timbulan sampah dan komposisi sampah yang ada di perumahan bukit mekar wangi dan pemodelan struktur dengan software pemodelan. Hasil analisis berupaya nilai berat dan volume sampah perumahan bukit mekar wangi kota Bogor dan desain bangunan tempat penampungan sementara dengan prinsip 3R. Penelitian ini diakhiri dengan laporan yang merangkum hasil, kesimpulan dan saran.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kebutuhan Ruang

Analisis Layanan Sampah

TPS BMW ini akan melayani 4 Rukun Tetangga (RT), yakni RT 04, RT 05, RT 06 serta RT 07. Total jumlah penduduk TPS 3R mencakup sekitar 2.000 jiwa atau setara 250 KK. Berdasarkan standar Direktorat PLP jumlah timbulan sampah yang terlayani adalah sebesar;

Jumlah timbulan = faktor kota kecil x jumlah penduduk
Jumlah timbulan = 0,625 kg/hari/jiwa x 2.000 jiwa
Jumlah timbulan = 1,25 ton/hari.

Jumlah dan Komposisi Sampah

Berdasarkan Tabel 1, diharapkan sampah yang dapat dimanfaatkan kembali berupa sisa makanan, kayu, ranting dan daun, diasumsikan sebanyak 70% dimanfaatkan untuk pembuatan kompos, sehingga sampah yang tereduksi sebesar 0,378 ton/hari.

Tabel 1 Komposisi sampah perumahan

No	Komposisi	Presentase	Berat (ton/hari)
1	Sisa Makanan	40,00	0,5
2	Kayu, Ranting, Daun	3,20	0,04
3	Plastik	32,00	0,4
4	Kertas/Karton	16,00	0,2
5	Logam	0,80	0,01
6	Kaca	1,60	0,02
7	Kain/Tekstil	2,40	0,03
8	Karet/kulit	0,80	0,01
9	Residu	3,20	0,04
Jumlah			1,25

Sumber: data survey

Sedangkan untuk sampah anorganik, berupa plastik, kertas/karton, logam dan kaca akan dipilah, sampah yang bernilai ekonomis akan dikirim ke industri daur ulang.

Kebutuhan luasan lahan TPS 3R

Berdasarkan Permen PU No 3 tahun 2013 tentang penyelenggaraan prasarana dan sarana persampahan dalam penanganan sampah rumah tangga dan sampah sejenis sampah rumah tangga), TPS yang mencakup pelayanan skala RW (200 rumah), diperlukan luasan 200-500 m², dengan fasilitas TPS meliputi wadah komunal, areal pemilahan, areal composting (kompos dan kompos cair) dan dilengkapi dengan fasilitas penunjang lain seperti saluran drainase, air bersih, listrik, barrier (pagar tanaman hidup) dan gudang penyimpanan bahan daur ulang maupun produk kompos serta biodigester (opsional). Jadi lahan yang akan digunakan, dapat diasumsikan sebagai berikut:

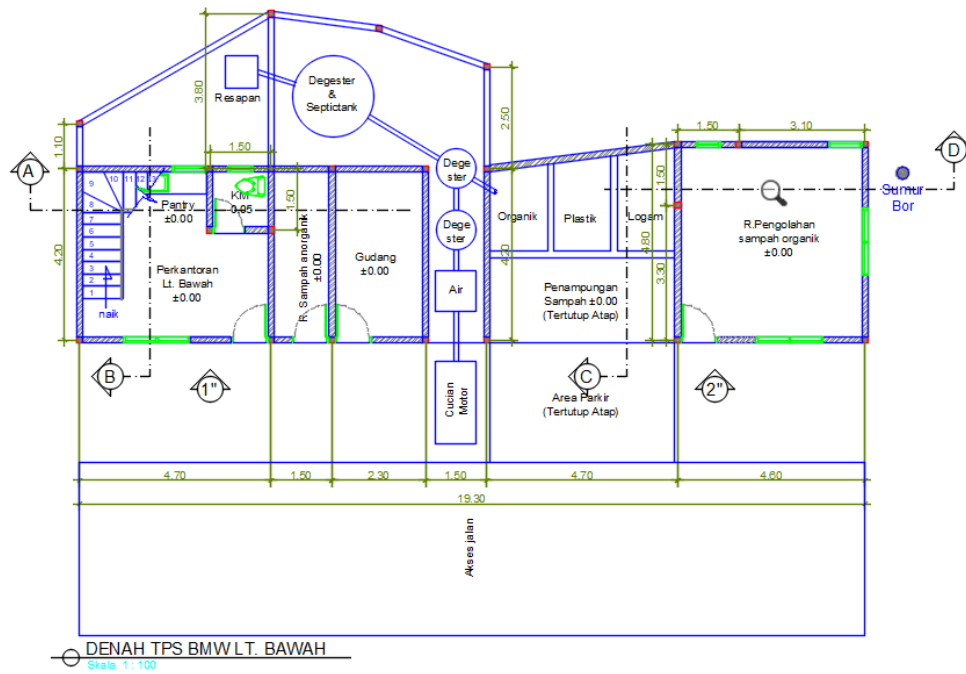
Tabel 2 Total kebutuhan lahan

No	Fasilitas	Kebutuhan Lahan
1.	Ruang perkantoran lantai atas dan bawah	39,48 m ²
2.	Ruang sampah anorganik	6,3 m ²
3.	Gudang	9,66 m ²
4.	Area pencucian gerobak motor	4,38 m ²
5.	Penampungan sampah	19,74 m ²
6.	Ruang pengolahan sampah organik	19,32 m ²
7.	Kamar mandi	4,5 m ²
8.	Area parkir	13,72 m ²
9.	Akses jalan	96,5 m ²

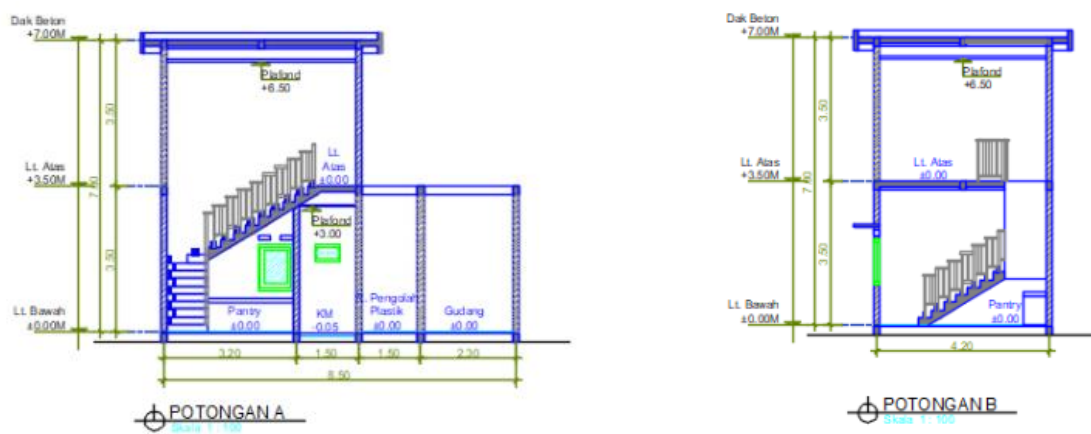
Sumber: hasil analisis

Layout Rencana Bangunan TPS BMW

TPS BMW direncanakan dua lantai dengan fasilitas pengolahan sampah organik, kantor, gudang, pemilahan sampah dan tempat perkir. Rencana bangunan 2 lantai ini ditunjukkan pada Gambar 3 dan 4. Bentuk 3D TPS BMW ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 3 *Layout rencana bangunan TPS BMW*
(sumber: AutoCAD v.24)



Gambar 4 Potongan layout rencana bangunan TPS BMW
(sumber: AutoCAD v.24)



Gambar 5 Desain bangunan 3D TPS BMW
(sumber: *SketchUp v.20*)

Struktur Bangunan TPS BMW

Bangunan ini merupakan bangunan TPS BMW yang berfungsi untuk menampung sementara sampah. Bangunan ini terdiri dari 2 lantai ukuran 19,3x4,2 meter dengan penutup atap deck beton. Sistem struktur keseluruhan menggunakan sistem rangka (open frame) balok-kolom. Dimensi yang direncanakan untuk kolom adalah 30x30 cm, sedangkan dimensi tipikal pembalokan menggunakan 40x20 cm.

Nilai-nilai yang digunakan dalam perhitungan struktur dengan menggunakan aplikasi ETABS v.21 adalah sebagai berikut:

- Mutu Beton : K 275 $\rightarrow (\sigma = 275 \text{ kg/cm}^2 \text{ atau } f_c' = 22,83 \text{ Mpa})$
- Mutu Baja : Tegangan leleh baja (ulir) untuk tulangan lentur $f_y = 420 \text{ Mpa}$, Tegangan leleh baja (polos) untuk tulangan geser $f_y = 300 \text{ Mpa}$.

Preliminary desain

Perencanaan awal dimensi balok dan kolom struktur bangunan TPS 3R, Perumahan Bukit Mekar Wangi Sektor III, RT 04/RW 05, Kelurahan Mekar Wangi, Kecamatan Tanah Sereal, Kota Bogor Provinsi Jawa Barat ini didasarkan pada ketentuan SKSNI T-15-1991-03.

1. Balok

L terpanjang = 470 cm

$$h_{\min} = \frac{1}{12} L$$

$$h_{\min} = \frac{1}{12} \times 470 = 39,16 \approx 40 \text{ cm}$$

$$b = \frac{1}{2} h = \frac{1}{2} \times 40 = 20 \text{ cm}$$

jadi, digunakan balok induk dimensi 20x40cm.

2. Kolom

Perencanaan dimensi kolom harus dibuat lebih kaku dari dimensi balok dan dibuat seragam dengan syarat:

$$K_{\text{kolom}} > K_{\text{balok}}$$

$$\left(\frac{E.I}{L} \right)_{\text{kolom}} > \left(\frac{E.I}{L} \right)_{\text{balok}}$$

$$\left(\frac{\frac{1}{12} b k . h k^3}{L k} \right) > \left(\frac{\frac{1}{12} b b . h b^3}{L b} \right)$$

$$\left(\frac{b k . h k^3}{350} \right) > \left(\frac{30 . 30^3}{470} \right)$$

$$B k . h k^3 > 343781025 \text{ cm}^4$$

Jadi, direncanakan kolom dengan dimensi 30x30cm.

Data pembebanan pada portal

Dengan perhitungan beban-beban yang dipikul oleh balok diatasnya didapatkan q_{ek} maksimum

untuk balok. Pembebanan yang diberikan kepada model struktur bangunan TPS BMW meliputi beban gravitasi seperti beban mati pada struktur pelat lantai yang diperlihatkan pada Tabel 3 berikut ini.

Tabel 3 Beban mati pada struktur pelat lantai

No	Jenis bahan	Berat (kN/m ²)
1.	Plafond (papan gypsum 15 mm)	0,12
2.	Ubin kramik (13 mm)	0,77
3.	Penggantung	0,10
4.	Saluran mekanikal	0,20
5.	Sistem elektrik	0,05

Sumber: SNI 1727 : 2020 dan SNI 8900 : 2020

Pembebanan yang diberikan kepada model struktur bangunan TPS BMW meliputi beban gravitasi seperti beban mati pada struktur pelat atap yang diperlihatkan pada Tabel 4 berikut ini

Tabel 4 Beban mati pada struktur pelat atap

No	Jenis bahan	Berat (kN/m ²)
1.	Plafond (papan gypsum 15 mm)	0,12
2.	Penggantung	0,10
3.	Saluran mekanikal	0,20
4.	Sistem elektrik	0,05
5.	Dacting mekanikal	0,19

Sumber: SNI 1727 : 2020 dan SNI 8900 : 2020

Pembebanan yang diberikan kepada model struktur bangunan TPS BMW meliputi beban gravitasi seperti beban mati pada struktur balok lantai yang diperlihatkan pada Tabel 5 berikut ini.

Tabel 5 Beban mati pada struktur balok lantai

No	Komponen	Uraian	Berat (kN/m ²)
1.	Dinding batu bata	3,5mx2,5	8,75
	diplester dua sisi		

Sumber: SNI 1727 : 2020

Pembebanan yang diberikan kepada model struktur bangunan TPS BMW meliputi beban gravitasi seperti beban hidup yang diperlihatkan pada Tabel 6 berikut ini.

Tabel 6 Beban hidup

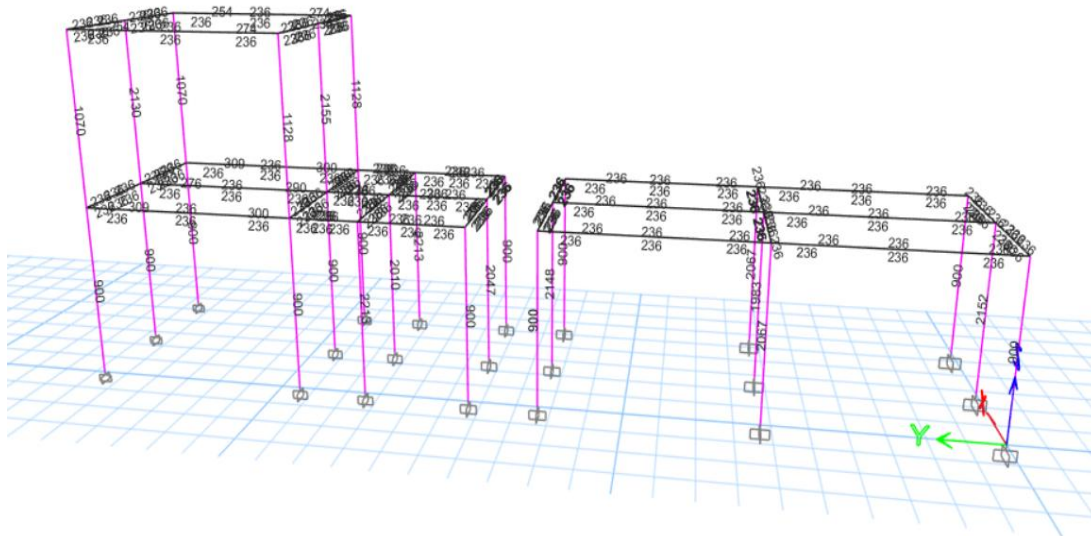
No	Komponen	Berat (kN/m ²)
1.	Kantor	2,4
2.	Beban luasan pelat atap datar	0,96

Sumber: SNI 1727 : 2020

Hasil pemodelan struktur rencana

Hasil pemodelan struktur yang direncanakan menggunakan aplikasi pemodelan ETABS v.21 dinyatakan cukup aman terhadap pengaruh gaya-

gaya luar dengan tidak ada satu pun elemen struktur yang mengalami kegagalan struktur seperti pada gambar 6.



Gambar 6 Hasil analisis pemodelan struktural
(sumber: ETABS v.21)

Kontrol Terhadap Penulangan Balok dan Kolom

Penulangan pada Balok

Saat tahap *preliminary* desain, dimensi balok direncanakan 20×40cm dengan pembebanan yang diperhitungkan dalam sistem pembebanan portal. Selanjutnya, data tersebut digunakan sebagai input ke dalam *software* ETABS v.21, sehingga gaya-gaya dalam yang timbul akibat beban tersebut dapat diketahui dan ditunjukkan pada Tabel 7.

Table 7 Data gaya-gaya dalam balok 20x40 cm di ETABS

Parameter	Koefisien	Nilai
Momen rencana positif akibat beban terfaktor,	Mu+	20,200 kNm
Momen rencana negatif akibat beban terfaktor,	Mu-	31,862 kNm
Gaya geser rencana akibat beban terfaktor,	Vu	49,398 kN

(sumber: hasil analisis)

Pemeriksaan balok dengan *Ms Excel* dari data gaya-gaya dalam kolom yang dihasilkan *software* ETABS v.21.

Direncanakan menggunakan tulangan D12 mm, deking = 3 cm

$$d = H - \text{Deking} - \varnothing \text{ Sengkang} - \frac{1}{2} \varnothing \text{ tulangan utama}$$

$$d = 400 - 40 - 8 - 12/2 = 346 \text{ mm}$$

$$d' = \text{Deking} + \varnothing \text{ Sengkang} + \frac{1}{2} \varnothing \text{ tulangan utama}$$

$$d' = 40 + 8 + 12/2 = 26 \text{ mm}$$

Pada Tumpuan:

$$M_{ut} = -31862200 \text{ N/mm}$$

$$R_n = \frac{m_u}{\varnothing \cdot b \cdot d^2} = \frac{31862200}{0,8 \times 200 \times 346^2} = 1,663 \text{ MPa}$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{420} = 0,003$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \times f_c'} = \frac{420}{0,85 \times 22,83} = 21,64$$

Tulangan tarik:

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times R_n}{f_y}} \right)$$

$$= \frac{1}{21,64} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 21,64 \times 1,663}{420}} \right) = 0,0041$$

$$\rho_{\text{perlu}} \geq \rho_{\min}$$

$$\rho_{\text{pakai}} = 0,0041$$

$$A_{s_{\text{perlu}}} = \rho \times b \times d$$

$$= 0,0041 \times 200 \times 346 = 283,72 \text{ mm}^2$$

$$\text{Kebutuhan tulangan tarik} = \frac{283,72}{(0,25 \times 3,14 \times 12 \times 12)}$$

$$= 2,509 \text{ bh} \approx 3 \text{ bh}$$

Dipergunakan tulangan 3D12 mm ($A_s = 339 \text{ mm}^2$)

Pengecekan/Analisis balok

Tinggi blok tegangan tekan beban ekuivalen:

$$a = A_s \times f_y / (0,85 \times f_c' \times b) \\ = 339 \times 420 / (0,85 \times 22,83 \times 200) = 36,685 \text{ mm}$$

Momen nominal,

$$M_n = A_s \times f_y \times (d - a / 2) \times 10^{-6} \\ = 339 \times 420 \times (346 - 36,685 / 2) \times 10^{-6} \\ = 46,651 \text{ kNm}$$

$$\text{Tahanan momen balok } (\phi \times M_n) = 0,8 \times 46,651 \\ = 37,321 \text{ kNm}$$

$$\text{Syarat: } \phi \times M_n \geq Mu_i \quad (\text{AMAN}) \\ 37,321 \geq 31,8622$$

Tulangan tekan (dari tabel momen berfaktor penampang persegi, $\rho = 0,5$)

$$As' = \rho \times As_{\text{perlu}} = 0,5 \times 283,72 = 141,86 \text{ mm}^2$$

$$\text{Kebutuhan tulangan tekan} = \frac{141,86}{(0,25 \times 3,14 \times 12 \times 1,2)} \\ = 1,250 \text{ bh} \approx 2 \text{ bh}$$

Dipakai tulangan 2D12 mm ($As=226 \text{ mm}^2$)

Pada Lapangan:

$$Mul = 20200000 \text{ N/mm}$$

$$R_n = \frac{m_u}{\phi \cdot b \cdot d^2} = \frac{20200000}{0,8 \times 200 \times 346^2} = 1,054 \text{ MPa}$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{420} = 0,003$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \times f_c'} = \frac{420}{0,85 \times 22,83} = 21,64$$

Tulangan tarik:

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times R_n}{f_y}} \right) \\ = \frac{1}{21,64} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 21,64 \times 1,054}{420}} \right) = 0,0026$$

$$\rho_{\text{perlu}} \geq \rho_{\min}$$

$$\rho_{\text{pakai}} = 0,003$$

$$As_{\text{perlu}} = \rho \times b \times d = 0,003 \times 200 \times 346 = 207,6 \text{ mm}^2$$

$$\text{Kebutuhan tulangan tarik} = \frac{207,6}{(0,25 \times 3,14 \times 12 \times 1,2)} \\ = 1,836 \text{ bh} \approx 2 \text{ bh}$$

Dipakai tulangan 2D12 mm ($As=226 \text{ mm}^2$)

Tulangan tekan (dari tabel momen berfaktor penampang persegi, $\rho = 0,2$)

$$As' = \rho \times As_{\text{perlu}} \\ = 0,2 \times 207,6 = 41,52 \text{ mm}^2 < As_{\min}$$

$$As' = As_{\min} = 0,003 \times 200 \times 346 = 207,6 \text{ mm}^2$$

$$\text{Kebutuhan tulangan tekan} = \frac{207,6}{(0,25 \times 3,14 \times 12 \times 1,2)} \\ \text{bh} \approx 2 \text{ bh}$$

Dipakai tulangan 2D12 mm ($As=226 \text{ mm}^2$)

Pengecekan/Analisis balok

Tinggi blok tegangan tekan beban ekuivalen:

$$a = A_s \times f_y / (0,85 \times f_c' \times b) \\ = 226 \times 420 / (0,85 \times 22,83 \times 200) \\ = 24,456 \text{ mm}$$

Momen nominal,

$$M_n = A_s \times f_y \times (d - a / 2) \times 10^{-6} \\ = 226 \times 420 \times (346 - 24,456 / 2) \times 10^{-6} \\ = 31,681 \text{ kNm}$$

$$\text{Tahanan momen balok} = \phi \times M_n = 0,8 \times 31,681 \\ = 25,345 \text{ kNm}$$

$$\text{Syarat: } \phi \times M_n \geq Mu_i \quad (\text{AMAN}) \\ 25,345 \geq 20,200$$

Penulangan Geser

$$V_u = 49,398 \text{ kN}$$

$$\phi = 0,75 \text{ kN}$$

$$f_y = 300$$

Kuat geser beton,

$$V_c = (\sqrt{f_c'}) / 6 \times b \times d \times 10^{-3} = 1 / 6 \times 200 \times 346 \times 10^{-3} \\ = 55,107 \text{ kN}$$

Tahanan geser beton,

$$\phi \times V_c = 0,75 \times 55,107 = 41,33 \text{ kN}$$

Tahanan geser sengkang,

$$\phi \times V_s = V_u - \phi \times V_c = 8,068$$

Kuat geser sengkang,

$$V_s = 10,757 \text{ kN}$$

Luas tulangan perlu geser per meter panjang balok,

$$A_v = \frac{V_s \times S}{f_y \times d} = \frac{10,757 \times 1000}{300 \times 346} = 0,1036 \text{ mm}^2$$

$$A_{v/s \text{ perlu}} = 0,1036 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

Jarak sengkang maksimum,

$$S_{\max} = d / 2 = 346 / 2 = 173 \text{ mm}$$

Diambil jarak sengkang, $s = 50 \text{ mm}$

Luas tulangan pakai geser,

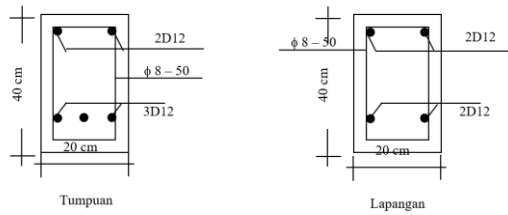
$$A_v = 2 \times 1 / 4 \times \pi \times \phi^2 = 2 \times 1 / 4 \times \pi \times 8^2 \\ = 100,53 \text{ mm}^2$$

$$A_{v/s \text{ perlu}} = \frac{100,53}{50} = 2,010$$

Digunakan sengkang, mm

$$\text{Syarat: } A_{v/s \text{ pakai}} > A_{v/s \text{ perlu}} \quad (\text{OK}) \\ 2,010 > 0,1036$$

Rencana penulangan balok ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7 Penulangan lentur dan geser portal memanjang

Penulangan pada Kolom

Perhitungan elemen kolom dengan pengecekan output *software* ETABS v.21 berupa gaya-gaya dalam menggunakan aplikasi Ms Excel. Gaya-gaya dalam yang timbul akibat beban tersebut dapat diketahui dan ditunjukkan pada Tabel 8.

Table 8 Data gaya-gaya dalam kolom 30x30cm di ETABS

Parameter	Notasi	Nilai
Gaya aksial akibat beban terfaktor	P_u	232,50 kN
Momen ultimate akibat beban terfaktor	M_u	29,38 kNm
Gaya geser rencana akibat beban terfaktor	V_u	17,37 kNm

(sumber: hasil analisis)

Beban kombinasi terfaktor

$$M_u \text{ kolom} = 29,378 \text{ kNm} = 29378000 \text{ N/mm}$$

$$P_u = 232,499 \text{ kN} = 232499 \text{ N}$$

$$A_{gr} = 300 \times 300 = 90000 = 0,090$$

$$P_u = 0,1 \times f_c' \times A_{gr} = 0,1 \times 22,83 \times 1000 \times 0,090 = 205,47$$

Menentukan faktor reduksi:

$$P_u < 0,1 \times f_c' \times A_{gr}$$

$$232,499 > 205,47$$

Karena, $P_u < 0,1 \times f_c' \times A_{gr}$

Maka, dipakai $\phi = 0,65$.

$$\begin{aligned} &= \frac{P_u}{\phi \times A_{gr} \times 0,85 \times f_c'} \\ &= \frac{232499}{0,65 \times 300 \times 300 \times 0,85 \times 22,83} = 0,20 \end{aligned}$$

$$e = \frac{M_u}{P_u} = \frac{29378000}{232499} = 126,357 \text{ mm}$$

$$\left(\frac{P_u}{\phi \cdot A_{gr} \cdot 0,85 \cdot f_c'} \right) \times \left(\frac{e}{h} \right) = 0,20 \times \frac{126,357}{300} = 0,084$$

$$\text{Dianggap } \frac{d'}{h} = \frac{54}{300} = 0,18$$

$$r = 0,01 ; \beta = 1;$$

$$346$$

$$\rho = r \cdot \beta = 0,01 \times 1 = 0,0100$$

$$A_{s\text{perlu}} = \rho \cdot A_{gr} = 0,0100 \times 300 \times 300 = 900$$

Tulangan kolom yang dipakai :

$$\frac{900}{(0,25 \times 3,14 \times 12 \times 12)} = 7,96 \approx 8 \text{ bh}$$

Dipakai tulangan kolom **8D12 ($A_s = 904 \text{ cm}^2$)**

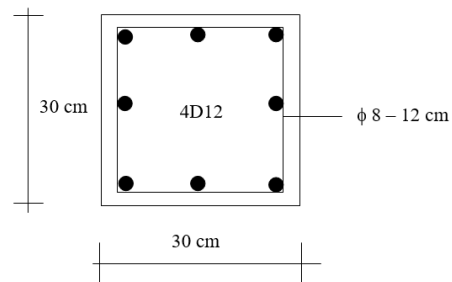
Gaya aksial nominal maximal:

$$\phi P_n = 0,8 \times \phi \times (0,85 \times f_c' \times (A_g - A_s) + (f_y \times A_s))$$

$$\begin{aligned} \phi P_n &= 0,8 \times 0,65 \times (0,85 \times 22,83 \times (90000 - 904) \\ &= +(420 \times 90000)) \times 0,001 = 1096,488 \end{aligned}$$

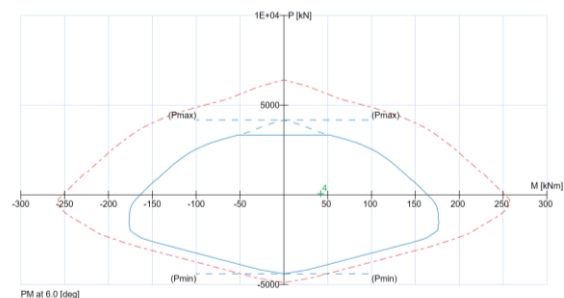
$$\begin{aligned} \text{Syarat: } \phi P_n &\geq P_u \\ 1096,488 &\geq 232,499 \quad (\text{AMAN}) \end{aligned}$$

Rencana penulangan balok ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 8 Penulangan K30x30cm

Berdasarkan Tabel 8, kemudian dilakukan perhitungan menggunakan aplikasi *SPColumn* untuk membuat diagram interaksi kolom seperti pada Gambar 9.



Gambar 9 Diagram intraksi K30x30cm

Berdasarkan analisis struktur menggunakan aplikasi *SPColumn*, kolom dengan dimensi 30x30cm dinyatakan sesuai dan aman untuk digunakan dalam desain bangunan TPS BMW. Grafik interaksi (*interaction diagram*) yang dihasilkan dari *SPColumn* menunjukkan bahwa titik kerja (*factored load point*) berada di dalam kurva kapasitas, yang menandakan bahwa kolom berada dalam zona aman.

Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Berdasarkan hasil desain dan perencanaan struktur bangunan Tempat Penampungan Sementara

sampah (TPS) 3R diperlukan Rencana Anggaran Biaya (RAB) yang berdasarkan AHSP tahun 2024 yang ditunjukkan pada Tabel 9.

Tabel 9 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

No	Uraian Pekerjaan	Sub Jumlah (Rp)
A	Pekerjaan persiapan	
1	Pembersihan lahan	7.245.000,00
2	Pemasangan Bouwplank	779.090,00
3	Penyediaan air kerja	750.000,00
4	Administrasi dan Dokumentasi	1.000.000,00
Jumlah		9.774.090,00
B	Pekerjaan bangunan	
1	Pekerjaan Galian Tanah dan Urugan	4.205.539,00
2	Pekerjaan Pasangan dan Plesteran	107.585.355,61
3	Pekerjaan Beton	36.007.922,00
4	Pekerjaan atap dan Plavond	32.404.125,50
5	Pekerjaan Kusen pintu dan jendela	8.194.774,87
6	Pekerjaan Lantai dan Keramik	7.195.892,00
7	Pekerjaan penggantung dan pengunci	2.619.900,00
8	Pekerjaan instalasi listrik dan air	5.934.500,00
9	Pekerjaan finishing	17.604.982,98
Jumlah		221.752.991,96
Jumlah Total		231.527.081,96

Sumber: hasil analisis

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan dari Analisis rencana bangunan TPS BMW perumahan bukit mekar wangi di atas kesimpulan yang dapat disampaikan adalah sebagai berikut:

1. Luas lahan yang disediakan oleh perumahan bukit mekar wangi adalah 207 m² dan luas lahan rencana TPS BMW adalah 193 m² (19,3 x 10 m). Luas lahan yang tersedia telah memenuhi syarat SNI 19-2452-2002 yaitu 200 m². Luas bangunan rencana TPS BMW adalah 81,06 m² (19,3x4,2m) dan jumlah lantai bangunan rencana yaitu 2 lantai dengan tinggi 7 m. Desain bangunan mencakup ruang-ruang fungsional seperti ruang pemilahan, ruang penampungan, ruang pengomposan, gudang, dan ruang kantor. Kebutuhan ruang pemilahan TPS BMW sudah memenuhi kebutuhan timbulan sampah harian sebesar 1,25 ton/hari dengan kebutuhan ruang lantai sekitar 3,33 m², maka ruang pemilahan mampu menampung timbulan sampah selama kurang lebih 4,73 hari tanpa dilakukan pengangkutan dan pemilahan sampah.
2. Analisis struktur TPS BMW dengan mempertimbangkan beban-beban yang bekerja pada struktur bangunan TPS BMW seperti beban mati (berat sendiri bahan bangunan), beban hidup (beban hujan), beban mati tambahan (komponen gedung), dan beban

gempa (Desain Spektra Indonesia) menggunakan aplikasi ETABS v.21. Hasil output analisis struktur bangunan rencana adalah berwarna ungu dengan rasio kekuatan 0,90 s/d 0,95 yang menunjukkan bahwa struktur tersebut cukup aman terhadap beban yang bekerja.

3. Rencana anggaran biaya desain dan perencanaan Bangunan TPS sementara dihitung berdasarkan Analisis Harga Satuan Pekerjaan tahun 2024 didapat harga sebesar Rp. 231.527.081,96.

DAFTAR PUSTAKA

- Abshoor, U. (2020). Perencanaan Pengelolaan Sampah Terpadu di Kecamatan Pasir Peny, *Repository Universitas Islam Riau*. <https://repository.uir.ac.id/15208/>
- Aprilia, N. L. (2018), Perencanaan Teknis Tempat Pengolahan Sampah (TPS) 3R Kecamatan Jekan Raya Kota Palangka Raya. *Tugas Akhir*. Universitas Islam Sunan Ampel Surabaya. <https://core.ac.uk/reader/160445368>
- Badan Pusat Statistik Kota Bogor. (2022). 'Proyeksi Jumlah Penduduk Menurut Kecamatan di Kota Bogor (Jiwa), 2022', *Badan Pusat Statistik*. <https://bogorkota.bps.go.id/indicator/12/174/1/proyeksi-jumlah-penduduk-menurut->

[kecamatan-di-kota-bogor.html](#)

- Badan Standardisasi Nasional. (2014). 'SNI 2052-2014 Baja tulangan beton,' In *Badan Standarisasi Nasional* (p. 15).
- Damanhuri, E.& Padmi, T. (2010). *Pengelolaan Sampah*. Bandung: Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung.
- Devi, N. P. K. C., & Trimariantio, C. (2022). Compatibility of Waste Management Places at TPS3R KSM Bayu Suci, Sub-District Marga. *Astonjadro*, 11(2), 326-332. <https://doi.org/10.32832/astonjadro.v11i2.6177>
- Hariz, A. R. (2020). Studi Timbulan dan Komposisi Sampah Dalam Perencanaan Pengelolaan Sampah di Kampus 2 UIN Walisongo. *Neo Teknika*, 6(2), 29-33. <https://doi.org/10.37760/neoteknika.v6i2.1626>
- Husadi, S. P., & Namara, I. (2016). Studi Kelayakan Infrastruktur Penunjang Pembangunan Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (TPST) 3R (Studi Kasus: Palabuhanratu, Desa Cidadap, Kecamatan Simpenan, Kabupaten Sukabumi). *Astonjadro*, 5(1), 11-15. <https://doi.org/10.32832/astonjadro.v5i1.830>
- Kementerian PUPR. (2002) 'Metode, Spesifikasi dan Tata Cara. *Laporan Akhir* (Pertama)'. Kementerian PUPR, data diperoleh melalui situs internet
- Lutfi, M., Chayati, N., & Marwan, M. (2017). Analisis dan Desain Struktur Bangunan Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (TPST) 3R Palabuhanratu. In *Seminar Nasional Teknologi dan Rekayasa (SENTRA)*. <https://tinyurl.com/tpst3rpaltu>
- Lutfi, M., Chayati, N., Rulhendri, R., & Sumarno, A. J. (2023). Development of the structure of the Jamie Nurul Iman Sukaraja Mosque building based on the needs of congregation facilities. *Astonjadro*, 12(1), 63-76. <https://doi.org/10.32832/astonjadro.v12i1.6864>
- Lutfi, M., Chayati, N., Salam, E. N., Insan, M. K., & Shulyana, H. D. (2025). Study of Procurement of Temporary Waste Shelter Building in the Green Campus Program of Ibn Khaldun University, Bogor. *Astonjadro*, 14(2), 542-553. <https://doi.org/10.32832/astonjadro.v14i2.17500>
- Lutfi, M., Yarsono, S., & Wulandari, I. (2014). Teknik kondensasi statis dalam analisis sistem struktur dengan metode elemen hingga. *Konferensi Nasional Pascasarjana Teknik Sipil (KNPTS)*.
- Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia. (2013). *Permen PU Republik Indonesia Nomor 03/PRT/M/2013*.
- Muttaqin, M. A., Yuniarto, E., & Hendri, A. (2014). Evaluasi Cepat Struktur Portal Beton Bertulang terhadap Gempa. *Jomteknik 1* (1). <https://jom.unri.ac.id/index.php/JOMFTEKNIK/article/view/3761/3652>
- Nafiah, C. F., Fadilah, K., & Lukita, C. W. (2023). Perencanaan Detail Engineering Design (DED) Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (TPST) di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Regional Banjarbakula Kalimantan Selatan. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 8(1), 37-46. <https://doi.org/10.29244/jsil.8.1.37-46>
- Pemerintah Republik Indonesia (2022), *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2008* tentang Pengolahan Sampah. <https://jdih.maritim.go.id/cfind/source/files/uu/uu-nomor-18-tahun-2008.pdf>
- Raharjo, S., Ihsan, T., & Yuned, S. R. (2016). Pengembangan pengelolaan sampah perkotaan dengan pola pemanfaatan sampah berbasis masyarakat. *Dampak*, 13(1), 10-25. <https://doi.org/10.25077/dampak.13.1.10-25.2016>
- Ruhyat, R., Marie, I. A., Tjintamani, D., Sari, E., Hartini, H., Nilamsari, D., ... & Melianto, Y. (2023). Studi pengelolaan sampah terpadu skala kawasan Desa Ciangsana, Kecamatan Gunung Putri, Kabupaten Bogor. *Jurnal Pengelolaan Lingkungan Berkelanjutan (Journal of Environmental Sustainability Management)*, 199-214. <https://doi.org/10.36813/jplb.7.2.199-214>
- Sariyadi, S., Sarwono, E., & Busyairi, M. (2023). Perencanaan Tempat Pengolahan Sampah Terpadu Di Kecamatan Anggana Kabupaten Kutai Kartanegara. *Jurnal Teknologi Lingkungan Unmul*, 7(1), 51-67. <http://dx.doi.org/10.30872/jtlunmul.v7i1.8522>
- Suryana, N., Tjenreng, M. B. Z. (2025). Pengelolaan Sampah di Kabupaten Bogor: Tantangan dan Solusi. *Jurnal PKM Manajemen Bisnis*, 5 (1). <https://doi.org/10.37481/pkmb.v5i1.1314>
- Wali Kota Bogor (2022). Keputusan Wali Kota Bogor No. 27/KEP.225-BKAD/2022 tentang Penetapan Standar Harga Satuan Konstruksi Pemerintah Daerah Kota Bogor.