

# **Analisis Perancangan Sistem Mekanikal, Elektrikal, dan Plumbing (MEP) Terintegrasi pada Bangunan Gedung Publik Berdasarkan Standar Nasional Indonesia**

**Ade Kurniawan<sup>1</sup> Febrian<sup>2</sup> Siti Rahmah Nurbayinah<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Tegangan Listrik, Institut Teknologi Nasional Bandung Indonesia<sup>2</sup>Program Studi Teknik Sipil, Universitas Winaya Mukti <sup>3</sup>Program Studi Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Garut Indonesia

\*) [kuliahkurniawan@gmail.com](mailto:kuliahkurniawan@gmail.com)<sup>1</sup> [febriangustiansyah24@gmail.com](mailto:febriangustiansyah24@gmail.com)<sup>2</sup> [sitirahmahnurbayinah@gmail.com](mailto:sitirahmahnurbayinah@gmail.com)<sup>3</sup>

Received: 11 Mei 2026 Revised: 21 Mei 2026 Accepted: 21 Mei 2026

## **Abstract**

*The construction of emergency service facilities, such as fire stations in densely populated urban areas, demands high operational efficiency alongside attention to the psychological well-being of personnel. This study aims to develop a planning strategy for the Tomang 100 Fire Station in West Jakarta, situated on a 709.86 m<sup>2</sup> site. Utilizing a qualitative descriptive method based on field data and Jakarta's regional spatial planning regulations (RDTR), the research applies the "Moment of Pause" architectural concept. This concept integrates tactical functions on the ground floor with supporting and private areas on the mezzanine and second floors. Analysis shows that the implementation of vertical circulation via fireman's poles can reduce personnel mobilization time by up to 40%. Regarding regulations, the design optimizes limited land while achieving a Green Area Ratio (KDH) of 30%, exceeding the minimum standards. The study concludes that the integration of operational response speed and high-quality rest areas is crucial for supporting fire station personnel performance in high-pressure environments.*

*Keywords: Architectural Planning; DED; Fire Station; Site Analysis; West Jakarta;*

## **Abstrak**

Perancangan sistem Mekanikal, Elektrikal, dan Plumbing (MEP) merupakan aspek krusial dalam menjamin fungsionalitas, keamanan, dan kenyamanan bangunan gedung. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis rancangan detail MEP pada sebuah gedung publik dengan mengacu pada standar regulasi yang berlaku di Indonesia. Metodologi yang digunakan adalah deskriptif kualitatif melalui studi dokumen teknis rancangan. Hasil analisis menunjukkan bahwa perancangan sistem listrik menggunakan skema distribusi tegangan rendah 380/220V dengan proteksi bertingkat, sistem plumbing menerapkan konsep gravitasi dengan dukungan tangki atap (roof tank), serta sistem ventilasi mekanik untuk menjaga kualitas udara ruang. Jurnal ini memberikan gambaran komprehensif mengenai penerapan regulasi SNI dalam desain teknis gedung yang dapat menjadi referensi praktis bagi perancang maupun akademisi di bidang teknik sipil.

*Kata kunci: Distribusi Listrik; MEP; Plumbing; SNI; Ventilasi Mekanik.*

## **PENDAHULUAN**

Sistem utilitas bangunan atau MEP merupakan "nyawa" dari sebuah struktur bangunan gedung. Tanpa sistem MEP yang memadai, sebuah bangunan hanya akan menjadi cangkang beton yang tidak fungsional. Pertumbuhan pembangunan gedung di Indonesia menuntut kepatuhan yang ketat terhadap standar keselamatan, terutama terkait kelistrikan dan proteksi kebakaran [1] [2].

Penelitian terdahulu menekankan pentingnya integrasi sistem untuk mencapai efisiensi energi. Peralatan mekanikal dan elektrikal harus direncanakan secara sinergis sejak tahap awal desain. Masalah utama yang sering muncul adalah ketidaksesuaian antara kapasitas beban dengan desain distribusi, serta pengelolaan limbah domestik yang belum memenuhi baku mutu lingkungan. Penelitian ini berfokus pada analisis detail komponen MEP untuk memastikan bahwa setiap sub-sistem memenuhi parameter teknis yang dipersyaratkan oleh regulasi terbaru seperti PP No. 16 Tahun 2021 [3] [2].

## **TINJAUAN PUSTAKA**

### **Definisi dan Peran Sistem Utilitas Bangunan (MEP)**

Sistem Mekanikal, Elektrikal, dan Plumbing (MEP) merupakan komponen vital yang mengubah struktur fisik bangunan menjadi lingkungan yang layak huni, aman, dan fungsional. Menurut Grondzik dan Kwok, sistem utilitas tidak boleh dipandang sebagai elemen tambahan, melainkan sebagai bagian integral dari metabolisme bangunan. Perancangan MEP yang buruk akan berdampak langsung pada biaya operasional jangka panjang

dan rendahnya tingkat kenyamanan termal maupun visual bagi pengguna gedung [4].

### **Sistem Distribusi Listrik Arus Kuat (LAK)**

Sistem kelistrikan dalam gedung publik memiliki kompleksitas tinggi karena harus menjamin kontinuitas suplai daya untuk beban kritis.

- a. Standar Instalasi: Di Indonesia, acuan utama adalah SNI 04-0255-2020 (PUIL 2020). Standar ini mengatur bahwa instalasi listrik harus memenuhi kriteria keamanan dari bahaya kejutan, proteksi dari efek termal, dan proteksi dari arus lebih.
- b. Transformasi Tegangan: Penggunaan tegangan rendah 380/220 Volt merupakan standar distribusi gedung sesuai dengan SNI-04-0227-1994. Pengaturan beban harus dilakukan secara seimbang antar fasa (R-S-T) untuk meminimalkan arus pada kawat netral yang dapat memicu panas berlebih pada konduktor.
- c. Keandalan Daya: Penggunaan Manual Transfer Switch (MTS) dan Genset sebagai emergency power source mengacu pada SNI-03-7018-2004. Sistem ini memastikan bahwa layanan dasar seperti lampu darurat dan sistem komunikasi tetap berfungsi saat sumber PLN terputus.

### **Sistem Plumbing dan Sanitasi**

Plumbing adalah seni dan teknik pemasangan pipa, bak, dan peralatan lainnya untuk menyediakan air bersih dan membuang air limbah secara higienis.

- a. Sistem Penyediaan Air Bersih: Berdasarkan SNI 8153:2015, sistem tangki atap (Roof Tank) lebih disarankan untuk gedung bertingkat karena dapat memberikan tekanan air yang stabil secara gravitasi tanpa bergantung sepenuhnya pada pompa tekan (booster pump), sehingga lebih hemat energi.
- b. Kualitas Air dan Limbah: Pengolahan limbah domestik wajib mengikuti Peraturan

Menteri Lingkungan Hidup No. 68 Tahun 2016. Teknologi Sewage Treatment Plant (STP) dengan prinsip aerasi (aerobik) dan sedimentasi (anaerobik) digunakan untuk mereduksi angka Biological Oxygen Demand (BOD) dan Chemical Oxygen Demand (COD) agar air limbah yang dibuang tidak mencemari sumur resapan atau saluran kota.

### **Sistem Pencahayaan dan Tata Udara**

Pencahayaan dan tata udara berperan dalam produktivitas pengguna di dalam ruangan.

- a. Pencahayaan Buatan: SNI 03-6575-2001 menetapkan tingkat iluminasi (lux) yang berbeda berdasarkan fungsi ruang. Untuk ruang kerja/kantor, diperlukan intensitas cahaya yang lebih tinggi dibandingkan koridor. Penggunaan teknologi LED menjadi pilihan utama saat ini karena efisiensi cahaya yang tinggi dan konsumsi daya yang rendah.
- b. Ventilasi Mekanik: Pada ruangan tanpa akses udara alami (seperti toilet), SNI 03-6572-2001 mengharuskan penggunaan ventilasi mekanik. Laju pergantian udara (Air Change per Hour) harus dijaga antara 6 hingga 10 kali per jam untuk memastikan udara kotor dan kelembapan tinggi dapat dibuang keluar bangunan.

### **Proteksi Kebakaran Aktif**

Proteksi kebakaran aktif adalah sistem yang berfungsi secara otomatis atau manual untuk memadamkan api.

- a. APAR (Alat Pemadam Api Ringan): Sesuai SNI 03-3987-1995, penempatan APAR harus mudah terlihat, mudah dijangkau, dan dipasang pada ketinggian yang tepat. Penggunaan jenis Dry Chemical Powder bersifat multifungsi untuk memadamkan kebakaran tipe A (benda padat), B (cairan mudah terbakar), dan C (listrik).
- b. Klasifikasi Bahaya: Perancangan proteksi harus disesuaikan dengan tingkat bahaya

kebakaran. Gedung pendidikan atau perkantoran umumnya dikategorikan sebagai Bahaya Kebakaran Ringan, yang menentukan jumlah minimum dan jarak antar titik APAR.

### **METODE**

Penelitian ini menerapkan pendekatan deskriptif kualitatif yang bersifat aplikatif dalam bidang arsitektur dan perencanaan kota (Neufert, 2012). Fokus utama metodologi ini adalah mentransformasikan data lapangan dan regulasi teknis menjadi sebuah solusi desain yang fungsional untuk fasilitas pelayanan publik darurat (Sugiyono, 2017). Tahapan penelitian disusun secara sistematis sebagai berikut:

### **Lokasi Penelitian**

Penelitian dilakukan di Graha Sukandamulia, Gedung RKB dan Lab SMAN 1 Tenjo Kab. Bogor berlokasi di Jalan Raya Tenjo - Parungpanjang KM. 03, Babakan, Tenjo, Babakan, Kec. Tenjo, Kabupaten Bogor, Jawa Barat 16370.



**Gambar 1** Lokasi Penelitian

Kondisi lahan tapak Jasa Konsultansi Perencanaan Pembangunan Gedung RKB dan Lab SMAN 1 Tenjo Kab. Bogor sudah terdapat beberapa bangunan eksisting. Kondisi pada tapak kontur tanah relative berkontur dengan perbedaan elevasi, sudah terdapat tanaman

perdu dan pepohonan. Saluran keliling pada bangunan sudah ada.

Adapun batas-batas tapak sebagai berikut:

- Utara : Perkebunan
- Selatan : Perkebunan
- Timur : Jalan Raya Tenjo Parungpanjang
- Barat : Perkebunan



Gambar 2 Dokumentasi Lokasi Perencanaan (1)



Gambar 3 Dokumentasi Lokasi Perencanaan (2)

Dari hasil pengamatan dilapangan kontur tapak untuk Jasa Konsultansi Perencanaan Pembangunan Gedung RKB dan Lab SMAN 1 Tenjo Kab. Bogor tampak berkontur dari arah timur ke barat atau ke arah jalan utama dengan elevasi terendah yaitu berada disebelah barat.

### Strategi Penelitian dan Pendekatan

Strategi penelitian yang digunakan adalah studi kasus deskriptif-analitis dengan pendekatan

kuantitatif pada aspek perhitungan teknis utilitas. Penelitian ini difokuskan pada evaluasi detail rancangan sistem Mekanikal, Elektrikal, dan Plumbing (MEP) untuk memastikan kepatuhan terhadap standar keamanan dan efisiensi energi yang berlaku di Indonesia.

### Teknik Pengumpulan Data

Data dikumpulkan melalui studi literatur dan dokumentasi teknis yang meliputi:

- Dokumen Standar Nasional: Pengumpulan parameter teknis dari SNI 04-0255-2020 (PUIL 2020), SNI 8153-2015 (Plumbing), dan regulasi terkait bangunan gedung (PP No. 16 Tahun 2021).
- Data Teknis Proyek: Peninjauan Single Line Diagram (SLD) panel SDP dan PP, perhitungan beban listrik (connected load), serta diagram skematik sistem penyediaan air bersih dan air kotor.
- Observasi Desain: Analisis terhadap tata letak peralatan melalui denah penempatan panel, lampu, APAR, dan instalasi plumbing.

### Tahapan Analisis Data

Tahapan penelitian disusun sebagai berikut untuk memastikan alur analisis yang komprehensif :

- a. Tahap Identifikasi dan Pra-Desain :
  - Mengidentifikasi sumber daya utama, seperti suplai listrik dari PLN dan sumber air bersih dari PDAM/Sumur Bor.
  - Menetapkan kriteria desain awal berdasarkan klasifikasi bangunan, misalnya penentuan klasifikasi bahaya kebakaran ringan untuk sistem proteksi.
- b. Tahap Analisis Sistem Elektrikal :
  - Menghitung karakteristik sistem listrik (tegangan 380/220V) dan kapasitas panel distribusi (SDP dan PP).
  - Mengevaluasi sistem proteksi internal melalui surge arrester dan sistem pembumian (grounding) dengan target nilai tahanan tanah  $< 2 \text{ Ohm}$ .

- c. Tahap Analisis Sistem Plumbing dan Sanitasi:
  - Menganalisis skema distribusi air bersih dari Ground Water Tank (GWT) ke Roof Tank untuk didistribusikan secara gravitasi.
  - Menentukan kapasitas unit pengolahan limbah (STP) dengan sistem aerobic-anaerobic untuk mencapai baku mutu effluent BOD < 30 mg/liter.
- d. Tahap Analisis Tata Udara dan Pencahayaan:
  - Mengevaluasi strategi pencahayaan alami melalui rasio bukaan jendela 1/6 luas lantai.
  - Meninjau efektivitas ventilasi mekanik melalui perhitungan pergantian udara 6-10 kali per jam menggunakan exhaust fan.
- e. Tahap Kesimpulan dan Validasi:
  - Membandingkan hasil analisis dengan standar referensi (seperti karya Grondzik & Kwok) untuk memastikan keandalan sistem secara teoretis dan praktis.

- Komponen Proteksi: Panel dilengkapi dengan Manual Transfer Switch (MTS) untuk perpindahan suplai ke genset dan surge arrester sebagai proteksi petir internal.
- Sistem Pembumian: Seluruh panel harus di-grounding dengan nilai tahanan tanah wajib kurang dari 2 Ohm.
- Beban Listrik: Berdasarkan Tabel Perhitungan, total daya nyata (Apparent Power) yang terkoneksi mencapai 18.231 VA, dengan beban puncak (Peak Load) sebesar 12.154 VA.

**Sistem Plumbing (Air Bersih dan Limbah)**

**Tabel 2** Kualitas Output IPAL

No	Uraian	Kadar air limbah yang direncanakan (PPM)	Kadar air limbah yang disyaratkan (PPM)
1	BOD	30	30
2	COD	100	100
3	TSS	30	30
4	Oil/Grease	5	5

- Air Bersih: Suplai dari PDAM dan sumur bor ditampung di Ground Water Tank (GWT), kemudian dipompa ke Roof Tank untuk didistribusikan secara gravitasi ke seluruh gedung. Tekanan statis pada alat plumbing dirancang antara 2,5 hingga 3,5 kg/cm<sup>2</sup>.
- Air Limbah: Pembuangan air kotor (kloset) dan air bekas (wastafel) dialirkan ke unit STP (Sewage Treatment Plant) berbasis biosystem aerobic-anaerobic.
- Target Output: Sistem pengolahan limbah ditargetkan menurunkan kadar BOD dari 350 mg/liter menjadi < 30 mg/liter sebelum dialirkan ke sumur resapan.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Sistem Listrik Arus Kuat (LAK)**

**Tabel 1** Perhitungan Sistem Listrik Arus Kuat

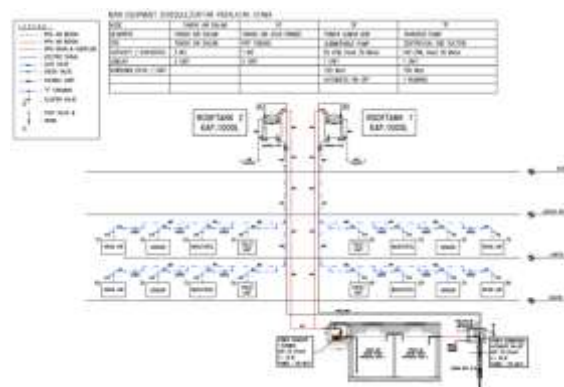
Panel Name	Phase	Connected Load			Power Factor	Total Current (A)			CB		Cable						
		Active (Watt)	Reactive (VAR)	Apparent (VA)		R	S	T	Type	Type	Route	Route	Size (mm <sup>2</sup> )				
SDP GEWANG BARU																	
PP1P LANTAI 1	3	3520	2640	4400	0.8	380	7	1180	1180	15	MCB	NYI	1	4c	4	2.5	4.5
PANEL POMPA	3	2500	2625	3575	1	380	14	2500	2500	30	MCB	NYI	1	4c	4	3	6
PP1P LANTAI 2	3	3355	2574	4165	0.8	380	7	1180	1180	15	MCB	NYI	1	4c	4	2.5	4.5
<b>Total Keseluruhan</b>	<b>3</b>	<b>14385</b>	<b>10939</b>	<b>18231</b>	<b>0.8</b>	<b>380</b>	<b>26</b>	<b>4860</b>	<b>4860</b>	<b>40</b>	<b>MCB</b>	<b>NYI</b>	<b>1</b>	<b>4c</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>6</b>

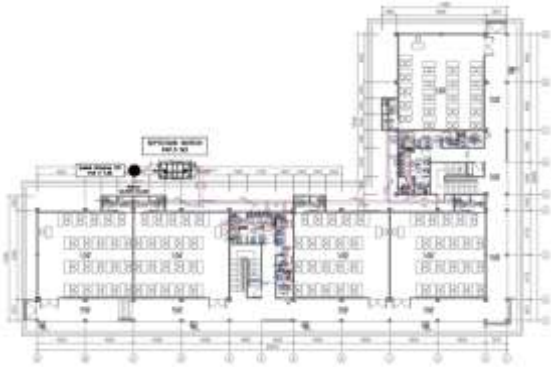
<b>GRAND TOTAL</b>		<b>18231</b>	<b>VA</b>
<b>DIVERSITY FACTOR</b>		<b>0.8</b>	
<b>COINCIDENT FACTOR</b>		<b>1.2</b>	
<b>PEAK LOAD</b>		<b>12154</b>	<b>VA</b>
<b>SAMBUNG DAYA</b>		<b>7.7</b>	<b>kVA</b>

**Gambar 4** Diagram Sistem Penyediaan Listrik

Sistem kelistrikan gedung menggunakan sumber utama dari PLN dengan karakteristik tegangan line-to-line 380 Volt dan line-to-neutral 220 Volt pada frekuensi 50 Hz. Distribusi dimulai dari panel utama Sub Distribution Panel (SDP) tipe wall mounted yang ditempatkan di ruang kontrol.



**Gambar 5** Diagram Plumbing Air Bersih

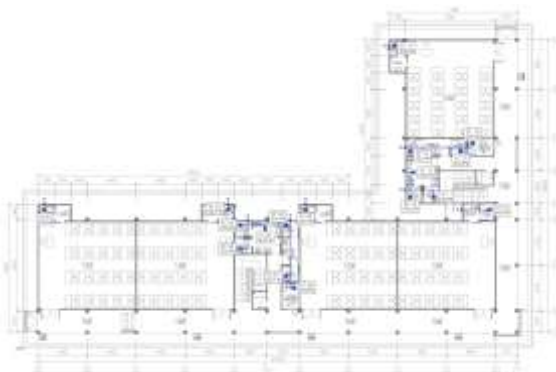


**Gambar 6** Denah Instalasi Air Kotor Lantai 1

#### Sistem Pencahayaan dan Tata Udara



**Gambar 7** Denah Lampu Penerangan Lantai 1



**Gambar 8** Denah Instalasi Exhaust Fan Lantai 1

- Pencahayaan: Mengombinasikan aspek alami melalui bukaan jendela minimal 1/6 luas lantai dan pencahayaan buatan menggunakan lampu LED (tipe Downlight 10W dan 15W).
- Ventilasi: Menggunakan ventilasi mekanik tipe ceiling exhaust fan (untuk toilet) dengan target 6 sampai 10 kali pergantian udara per jam.

#### Proteksi Kebakaran

Gedung diklasifikasikan sebagai bahaya kebakaran ringan. Sistem proteksi menggunakan Alat Pemadam

Api Ringan (APAR) tipe bubuk kimia kering 3,5 kg untuk area umum dan CO<sub>2</sub> 25 kg khusus untuk ruang genset, dengan jarak jangkauan maksimal antar unit sejauh 20 meter.

#### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan mengenai rancangan detail Mekanikal, Elektrikal, dan Plumbing (MEP) pada objek studi, dapat ditarik beberapa kesimpulan utama:

- a. Sistem Elektrikal: Perancangan sistem listrik arus kuat telah memenuhi standar SNI 04-0255-2020 (PUIL 2020) dengan penggunaan sistem distribusi tegangan rendah 380/220V. Penggunaan panel SDP yang dilengkapi dengan Manual Transfer Switch (MTS) dan surge arrester menunjukkan kesiapan infrastruktur terhadap gangguan daya utama maupun proteksi petir eksternal. Perhitungan beban puncak sebesar 12.154 VA memberikan margin keamanan yang cukup terhadap kapasitas terpasang.
- b. Sistem Plumbing dan Sanitasi: Sistem penyediaan air bersih menggunakan kombinasi GWT dan Roof Tank yang memanfaatkan gaya gravitasi merupakan solusi efisien dalam menstabilkan tekanan air tanpa ketergantungan penuh pada pompa distribusi secara terus-menerus. Selain itu, integrasi unit STP dengan sistem aerobik-anaerobik memastikan bahwa limbah cair yang dihasilkan memenuhi baku mutu lingkungan sesuai regulasi pemerintah.
- c. Kenyamanan dan Keamanan: Sistem ventilasi mekanik dengan pergantian udara 6-10 kali per jam serta sistem proteksi kebakaran menggunakan APAR yang ditempatkan secara strategis (radius < 20 meter) telah sesuai dengan kriteria keselamatan bangunan publik. Pencahayaan alami yang didukung oleh rasio bukaan jendela 1/6 luas lantai berkontribusi positif pada efisiensi energi bangunan.

#### SARAN

Untuk meningkatkan kualitas operasional dan

keberlanjutan fungsi gedung di masa mendatang, disarankan beberapa hal sebagai berikut:

- a. Penerapan Building Automation System (BAS):  
Disarankan untuk mulai mengintegrasikan sistem MEP dengan kontrol otomatis, terutama pada sistem pencahayaan dan tata udara, guna meminimalkan konsumsi energi pada ruangan yang tidak sedang digunakan.
- b. Audit Energi Berkala: Mengingat besarnya daya yang terpasang, perlu dilakukan audit energi secara berkala pasca-hunian untuk memastikan bahwa Diversity Factor yang direncanakan sesuai dengan realitas penggunaan beban di lapangan.
- c. Manajemen Pemeliharaan Terjadwal: Disarankan pembuatan modul pemeliharaan rutin khusus untuk unit STP dan sistem pembumian (grounding). Hal ini penting untuk menjaga agar parameter BOD tetap di bawah ambang batas dan nilai tahanan tanah tetap berada di bawah 2 Ohm guna menjamin keamanan pengguna gedung.
- d. Integrasi EBT: Mengingat bangunan memiliki luas atap yang cukup memadai (area Roof Tank), ke depannya dapat dipertimbangkan penggunaan panel surya (Solar PV) sebagai sumber energi alternatif untuk beban penerangan umum guna mendukung konsep Green Building.

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada seluruh pihak yang telah memberikan dukungan, kontribusi, dan partisipasi dalam proses penerbitan jurnal ini. Penghargaan khusus disampaikan kepada para penulis, reviewer, editor, serta mitra bestari yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pemikirannya dalam menjaga kualitas publikasi ilmiah.

## **DAFTAR PUSTAKA**

Daftar pustaka memuat seluruh sumber yang dikutip dalam naskah. Sumber rujukan diutamakan berasal dari jurnal ilmiah primer, minimal 80% dari total referensi, dan

diutamakan terbit dalam 10 tahun terakhir. Jumlah referensi disarankan minimal 15 sumber yang relevan.

- [1] Bagir, M. (2009). Model Optimasi Lokasi Pos Pemadam Kebakaran ( Sk : Kota Semarang ) Tugas Akhir Mohammad Bagir.
- [2] Clarissa, A. (2020). Perancangan Pusat Studi Dan Konservasi Mangrove Di Kawasan Cagar Alam Muaragembong Bekasi Dengan Pendekatan Arsitektur Kontekstual.
- [3] Kaplan, R. (N.D.). The Experience Of Nature: A Psychological Perspective. Cambridge University Press.
- [4] Neufert, E. (2012). Architects' Data 4th Edition. Provinsi, G., Khusus, D., & Jakarta, I. (2014). No Title. 1–444.
- [4] Pupr. (2018). Peraturan Menteri Pupr No. 22/Prt/M/2018.
- [5] Salim, M. A. (2019). Analisis Kebutuhan Dan Ketersediaan Air Bersih ( Studi Kasus Kecamatan Bekasi Utara ) Skripsi.
- [6] Sig, M., Jakarta, D., Evaluanto, A. R., & Mataburu, I. B. (2024). Analisis Lokasi Pos Damkar Berdasarkan Peta Kerawanan Kebakaran. 9(2), 160–169.
- [7] Sugiyono. (2017). Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, Dan R&D.
- [8] Vernakular, P. A. (N.D.). Redesain Kawasan Desa Tegallega Sebagai Kampung Budaya Padi Pandan Wangi Dengan Pendekatan Arsitektur Vernakular.
- [9] Wang, L. G. & D. (2013). Architectural Research Methods. John Wiley & Sons. (Referensi Untuk Metode Simulasi Dan Analisis Tapak).
- [10] Wiley, J. (2020). Edition Печатается С Разрешения John Wiley & Sons International Rights, Inc (Сша) При Содействии Литературного Агентства Александра Корженевского (Россия). 3.