



EVALUASI PASCA-HUNI
RUMAH SUSUN AQUARIUM, PASAR IKAN
DI JAKARTA UTARA
(Berbasis Konsep Keberlanjutan)

POPI PUSPITASARI
NIM. 067002410042

Program Studi Program Profesi Insinyur
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Trisakti
Tanggal/Bulan/ 2025

HIBAH USAKTI 2024
PENELITIAN KERJASAMA LUAR NEGERI

PRODI S3 ARSITEKTUR, FTSP, USAKTI
(Indonesia) dan UNIVERSITY COLLEGE
SEDAYA INTERNATIONAL
(UCSI Malaysia)



EVALUASI PASCA-HUNI
RUMAH SUSUN AQUARIUM, PASAR IKAN
DI JAKARTA UTARA
(Berdasarkan Konsep Keberlanjutan)

LATAR BELAKANG

TUJUAN dan PERTANYAAN PENELITIAN

PROSES PENYELESAIAN MASALAH

PEMBAHASAN

KESIMPULAN dan RUMUSAN STRATEGI PERBAIKAN

REFERENSI

LATAR BELAKANG

GAMBARAN MASALAH

- ❑ Perpindahan penghunian ke bangunan baru mempengaruhi kepuasan atau ketidakpuasan penghuni, dan persepsi penting atau tidak penting dari aspek-aspek bangunan baru yang dihuninya.
- ❑ Perubahan kebiasaan penghunian di tempat lama dan baru menyebabkan **perubahan persepsi kepuasan dan kepentingan pada aspek teknis, aspek fungsi, aspek perilaku dan perubahan konsumsi energi** di bangunan baru.
- ❑ Rusun Aquarium Jakarta Utara dibangun untuk menampung penduduk illegal permukiman kumuh pinggir sungai dan pantai di Pasar Ikan, Jakarta Utara.
- ❑ Untuk keberlanjutan penghunian dan keterpeliharaan bangunan Rusun dan lingkungan maka perlu dilakukan evaluasi sehingga yang sudah ada menjadi lebih baik.

DASAR PEMILIHAN MASALAH

- ❑ Evaluasi pasca-huni diperlukan untuk menyelidiki kekurangan fisik atau keberhasilan pada bangunan yang bertujuan untuk memastikan **kelayakan, keberlanjutan dan keterpeliharaan bangunan dan penghuninya**.



Evaluasi Pasca-Huni

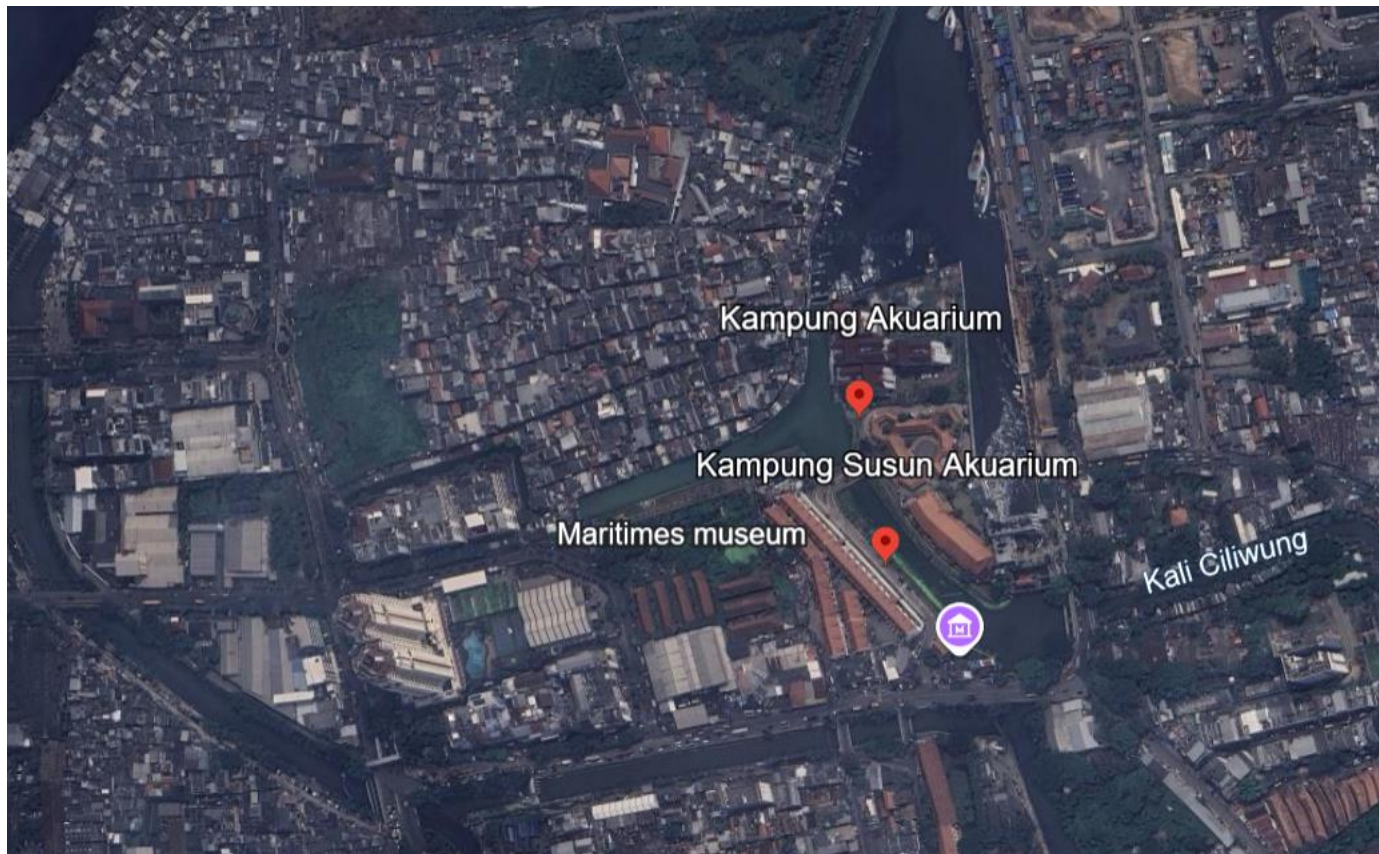


❑ KEPUASAN & KEPENTINGAN PENGHUNI
❑ KETERCUKUPAN AREA HIJAU
STRATEGI PERBAIKAN

PENYELESAIAN MASALAH

- ❑ Penilaian keberhasilan penghunian bangunan setelah minimal 1 tahun melalui penilaian tingkat kepuasan/kepentingan digunakan untuk menyusun **strategi perbaikan baik fisik atau non fisik** di masa depan.

LOKASI KAMPUNG SUSUN AQUARIUM



LOKASI RUSUN

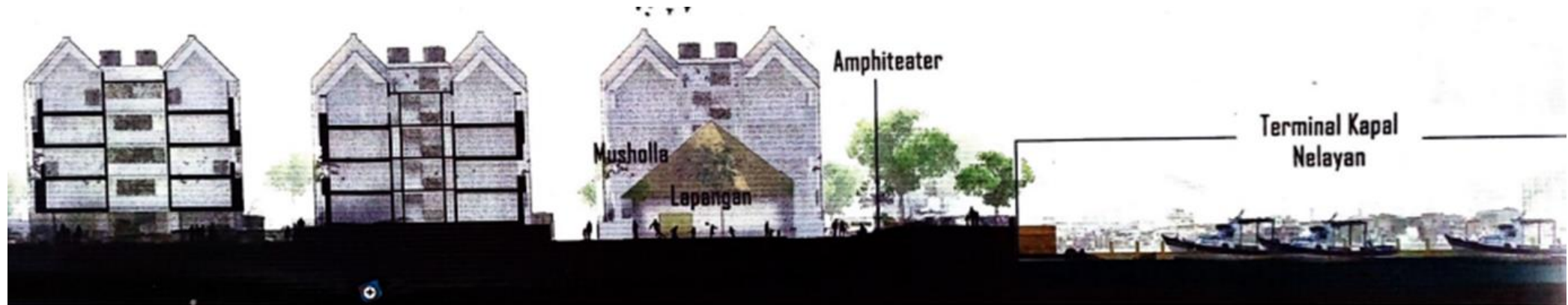


SEBELUM PENATAAN



Aspek	Detail
Lokasi	Pasar Ikan, Penjaringan, Jakarta Utara
Jumlah Unit	107 unit (fase 1 – 2 blok); total rencana ~240 unit di 5 blok
Fasilitas	Unit tinggal, ruang komunal, fasilitas umum, taman komunitas, area parkir
Akses	Dekat Museum Bahari, ±25 menit ke Stasiun Jakarta Kota
Penghargaan	Asia Pacific Housing Innovation Award 2023

KAMPUNG SUSUN AQUARIUM DAN LINGKUNGANNYA SETELAH PENATAAN



POTONGAN KAWASAN

TUJUAN

1. Mengidentifikasi tingkat kepuasan dan tingkat kepentingan penghuni terkait **ASPEK TEKNIS, ASPEK FUNGSIONAL, ASPEK PERILAKU** setelah menempati Rumah Susun Aquarium lebih dari 1 tahun.
2. Menghitung emisi CO2 dan O2 akibat konsumsi **ENERGI LISTRIK, LIMBAH SAMPAH**, dan **PENGUNAAN KENDARAAN** untuk menentukan seberapa **LUAS AREA HIJAU** yang seharusnya tersedia di Rusun dimaksud dan lingkungannya.
3. Menyusun **STRATEGI PERBAIKAN** sebagai rekomendasi untuk keberlanjutan penghunian Rusun.

PERTANYAAN PENELITIAN

1. Bagaimana penilaian penghuni **TERHADAP TINGKAT KEPUASAN DAN TINGKAT KEPENTINGAN** penggunaan ruang dan bangunan dari aspek teknis, fungsional, dan perilaku?
2. Seberapa **LUAS AREA HIJAU** yang perlu tersedia akibat konsumsi energi listrik, limbah sampah, dan konsumsi bahan bakar kendaraan bermotor?
3. Seperti apa **STRATEGI PERBAIKAN** sehingga penghunian dapat berkelanjutan ?

TEMUAN PENELITIAN TERDAHULU

TEMUAN STUDI	SUMBER	HIGHLIGHT
POE mengidentifikasi kekurangan fisik bangunan dan menjadi dasar strategi perbaikan setelah relokasi ≥1 tahun	Khan & Thebridge (2022)	Relokasi jangka panjang penting untuk evaluasi aktual pasca-huni
Dampak psikososial hunian vertikal sangat dipengaruhi oleh budaya dan lokasi geografis	Kalantari & Shepley (2020)	Desain harus kontekstual dan inklusif
Penghuni puas terhadap bangunan, namun tidak terhadap lingkungan sekitar	Ziama & Li (2018)	Evaluasi lingkungan luar sama pentingnya dengan bangunan
Kelembaban di hunian sosial disebabkan desain buruk dan kepadatan tinggi	Gonzalez-Caceres et al. (2019)	Kualitas konstruksi dan desain menentukan kenyamanan
Kualitas pencahayaan berpengaruh terhadap produktivitas dan kesehatan	Asojo et al. (2019)	Pencahayaan alami dan teknis penting untuk kesehatan
Instrumen bangunan hijau belum cukup menilai aspek sosial	Mustafa et al. (2022)	POE harus meliputi dimensi sosial dan kepuasan penghuni

PENELITIAN TERDAHULU dan KEBARUAN PENELITIAN INI

PENELITIAN TERDAHULU	SUMBER (APA)	KEBARUAN PENELITIAN INI
Evaluasi fisik bangunan dan kepuasan teknis penghuni	Ibem et al., 2013	Menggabungkan aspek teknis, sosial, dan ekologis secara simultan dalam POE rusun relokasi.
Kepuasan penghuni terhadap hunian dan lingkungan sekitar	Wongbumru & Dewancker, 2016	Menambahkan analisis ekologis berbasis emisi karbon dan luas area hijau yang dibutuhkan.
Evaluasi kualitas lingkungan dalam bangunan sosial	Aguilar-Pérez et al., 2023	Mengkombinasikan performa lingkungan dengan data sosial dan perilaku penghuni pasca-huni.
Kepuasan warga terhadap relokasi permukiman di kota besar	Bai et al., 2022	Fokus pada rusun pasca-relokasi di Jakarta, dengan evaluasi jangka panjang (>1 tahun).
POE sebagai alat evaluasi keberlanjutan bangunan	Meir et al., 2009	Diterapkan pada rusun relokasi program pemerintah untuk warga eks-pemukiman informal.
Identifikasi kekurangan fisik setelah relokasi 1 tahun	Khan & Thebridge, 2022	Mengintegrasikan pendekatan POE dengan kalkulasi ekologis untuk strategi berkelanjutan.
Dampak psikososial hunian vertikal terkait budaya dan lokasi	Kalantari & Shepley, 2020	Memperhatikan interaksi sosial dan privasi dalam evaluasi hunian vertikal relokasi.
Kepuasan terhadap rumah vs lingkungan dalam permukiman padat	Ziama & Li, 2018	Mengukur dampak relokasi terhadap kesejahteraan lingkungan dan perilaku penghuni.
Masalah kelembaban dan desain di hunian padat Chili	Gonzalez-Caceres et al., 2019	Menyoroti pentingnya evaluasi teknis dan iklim mikro pada desain ulang rusun.
Kualitas pencahayaan memengaruhi produktivitas dan kesehatan	Asojo et al., 2019	Dihubungkan dengan kebutuhan area hijau sebagai kompensasi ekologis pencahayaan buatan.
Instrumen bangunan hijau minim pertimbangan sosial	Mustafa et al., 2022	Menambahkan dimensi perilaku dan sosial penghuni ke dalam indikator keberlanjutan POE.

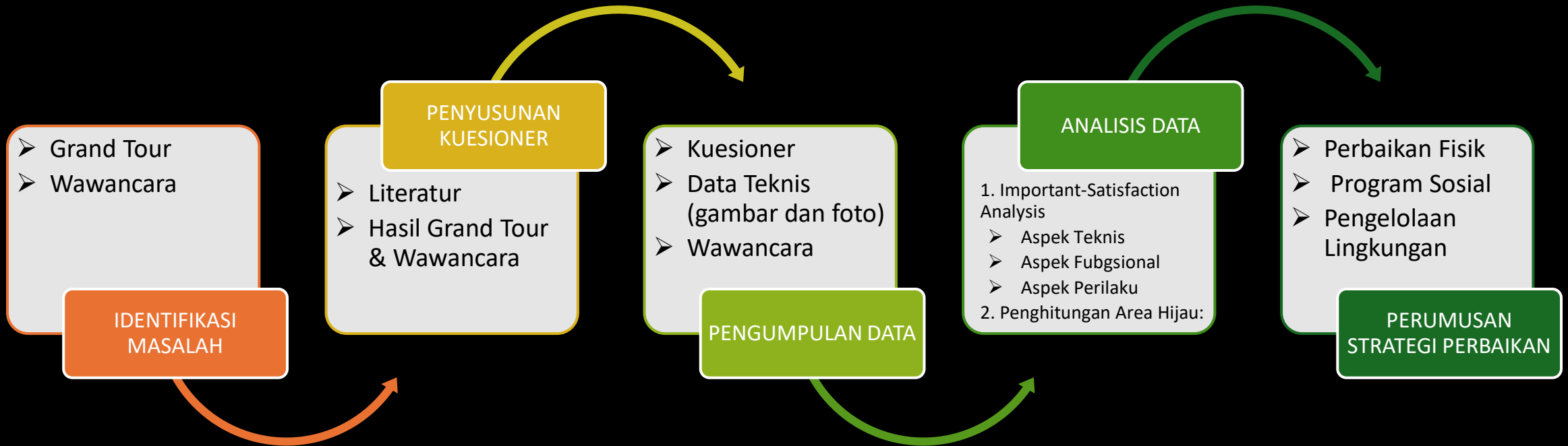
No.	Fondasi Konseptual / Metodologis	Deskripsi Singkat	Sumber Referensi	Aplikasi dalam Penelitian
1	Post Occupancy Evaluation (POE)	Evaluasi kinerja bangunan pasca-huni, mencakup aspek teknis, fungsional, perilaku (sosial).	Khan & Thebridge (2022); Preiser et al. (2017)	Menjadi pendekatan utama untuk menilai kepuasan dan kebutuhan perbaikan di Rusun Aquarium.
2	Keberlanjutan Hunian (Sustainable Housing)	Menekankan keseimbangan sosial, ekonomi, dan lingkungan pada bangunan tempat tinggal.	Abu Bakar et al. (2011); Chansomsak & Vale (2016)	Menjadi kerangka berpikir untuk menyusun strategi perbaikan hunian secara menyeluruh dan berkelanjutan.
3	Importance–Satisfaction Matrix (IPA)	Matriks analisis kepentingan-kepuasan untuk menentukan prioritas perbaikan atau pemeliharaan aspek hunian.	Zahara et al. (2016); Mustafa et al. (2022)	Digunakan untuk memetakan persepsi penghuni terhadap aspek teknis, fungsional, dan perilaku.
4	Perhitungan Emisi Karbon & Kebutuhan Ruang Hijau	Estimasi emisi CO ₂ dari listrik, sampah, dan kendaraan, dikonversi ke kebutuhan pohon & area hijau.	Astari (2012); Kusuma Admaja et al. (2020); Nureliza et al. (2021)	Menjadi dasar perhitungan luas area hijau yang dibutuhkan sebagai kompensasi emisi di lingkungan rusun.
5	Aspek Sosial & Psikologis Hunian Bertingkat	Dampak kepadatan, relokasi, dan keterbatasan ruang terhadap kesejahteraan sosial dan mental penghuni.	Kalantari & Shepley (2020); Ziama & Li (2018); Gonzalez-Caceres et al. (2019)	Menjelaskan rendahnya kepuasan sosial penghuni dan kebutuhan ruang komunal pada permukiman padat.

LANDASAN KONSEPTUAL POPULASI & VARIABEL



Aspek	Keterangan
Populasi	Seluruh penghuni yang telah menempati Rusun Aquarium, Jakarta Utara, selama lebih dari 1 tahun.
Sampel	Sebanyak 40 kepala keluarga (rumah tangga) yang mengisi kuesioner POE dan bersedia diwawancarai.
Variabel:	
1. Variabel Teknis	Kenyamanan ruang, pencahayaan alami, ventilasi, struktur bangunan, kualitas fasilitas dasar.
2. Variabel Fungsional	Fungsi ruang, aksesibilitas, kelengkapan fasilitas, zonasi ruang, koneksi antar ruang.
3. Variabel Perilaku	Interaksi sosial, privasi, partisipasi komunitas, penerimaan tetangga, gotong royong.
4. Variabel Emisi Karbon (Lingkungan)	Konsumsi energi listrik, volume sampah (anorganik dan B3), konsumsi bahan bakar kendaraan.

PROSES PENYELESAIAN MASALAH



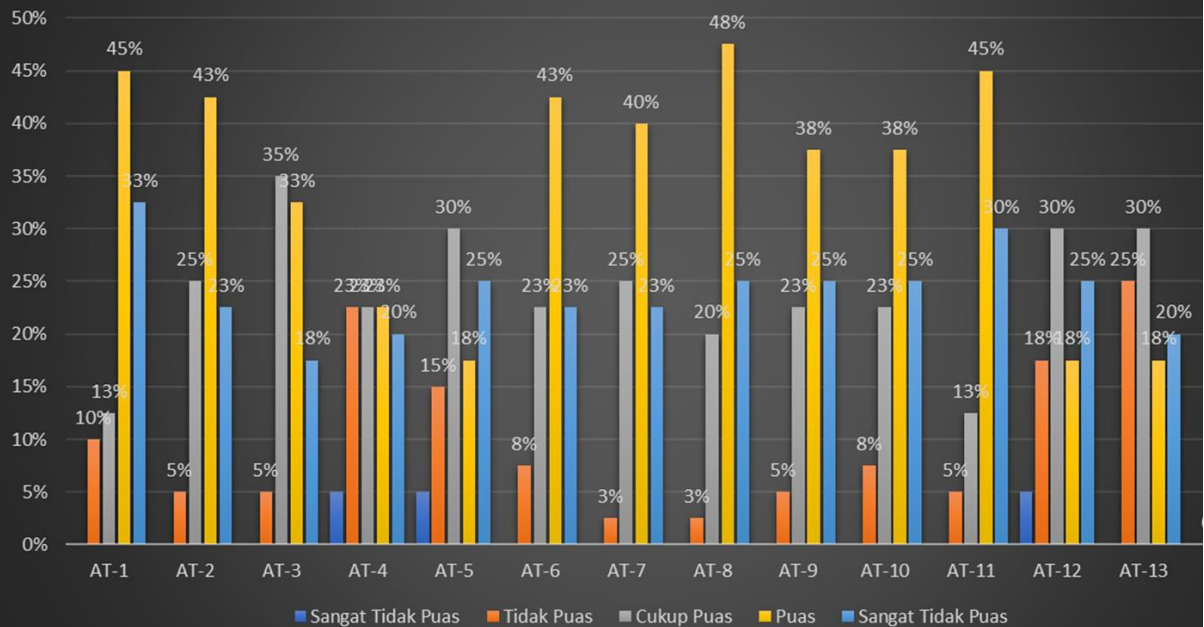
Orisinalitas penelitian

PEMBAHASAN

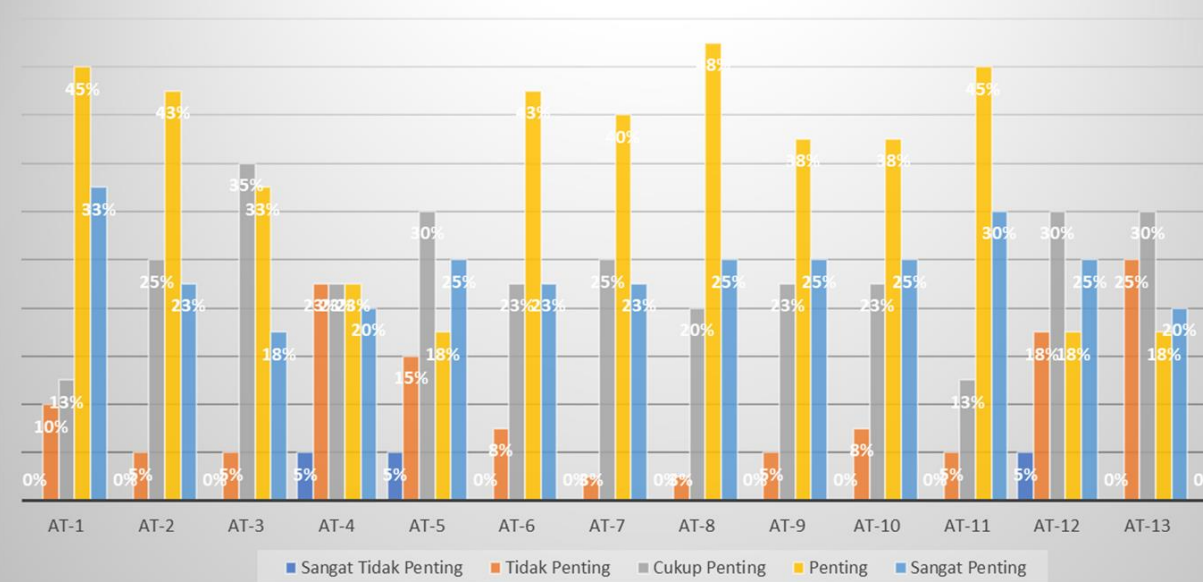
ASPEK TEKNIS (Tingkat Kepuasan dan Kepentingan)

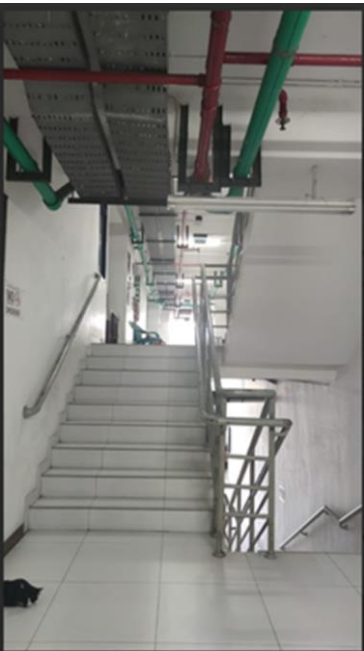
1. Sangat Tidak Penting	STP	PENILAIAN KEPUASAN DAN KEPENTINGAN DALAM PEMANFAATAN RUANG DAN BANGUNAN	STP	1. Sangat Tidak Puas						
2. Tidak Penting	TP		TP	2. Tidak Puas						
3. Cukup Penting	CP		CP	3. Cukup Puas						
4. Penting	P		P	4. Puas						
5. Sangat Penting	SP		SP	5. Sangat Puas						
PENILAIAN KEPENTINGAN					ASPEK TEKNIS	PENILAIAN KEPUASAN				
STP (1)	TP (2)	CP (3)	P (4)	SP (5)		STP (1)	TP (2)	CP (3)	P (4)	SP (5)
					Penilaian tata letak ruang dalam rumah					
					Penilaian persyaratan kesehatan					
					Penilaian keselamatan dari bahaya kebakaran					
					Penilaian keamanan struktur bangunan					
					Penilaian kekokohan dinding bangunan					
					Penilaian luas ventilasi (bukaan jendela)					
					Penilaian jumlah ventilasi					
					Penilaian ketersediaan daya listrik					
					Penilaian ketersediaan sarana sanitasi					
					Penilaian tata ruang dalam					
					Penilaian pencahayaan alami					
					Penilaian peredaman kebisingan					
					Penilaian kenyamanan suhu dalam ruangan					

ASPEK TEKNIS (Tingkat Kepuasan)

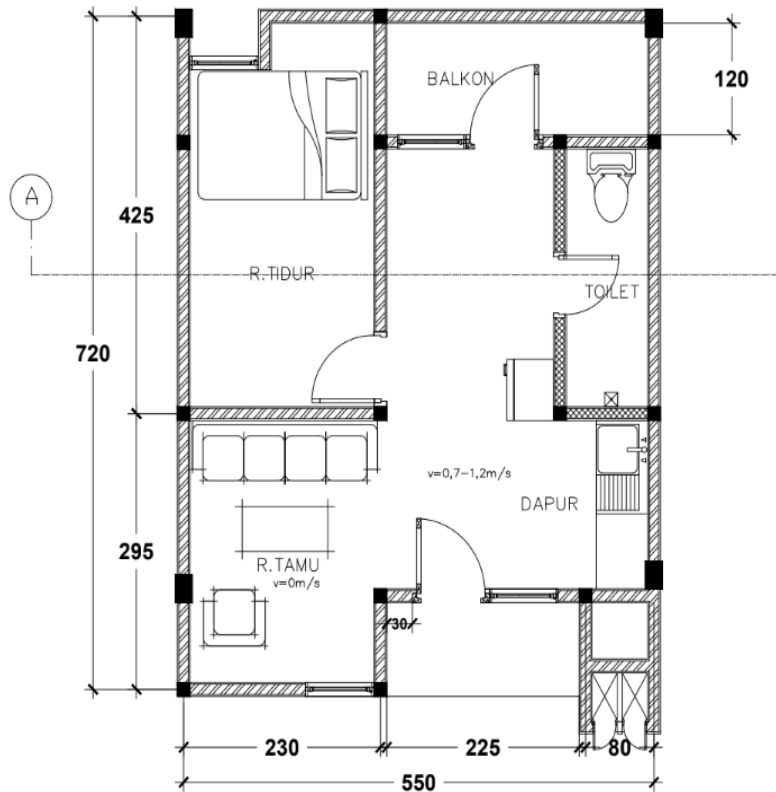


ASPEK TEKNIS (Tingkat kepentingan)

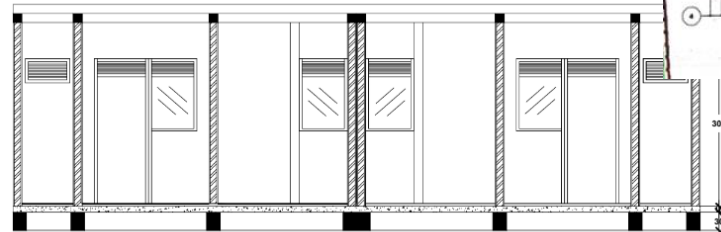




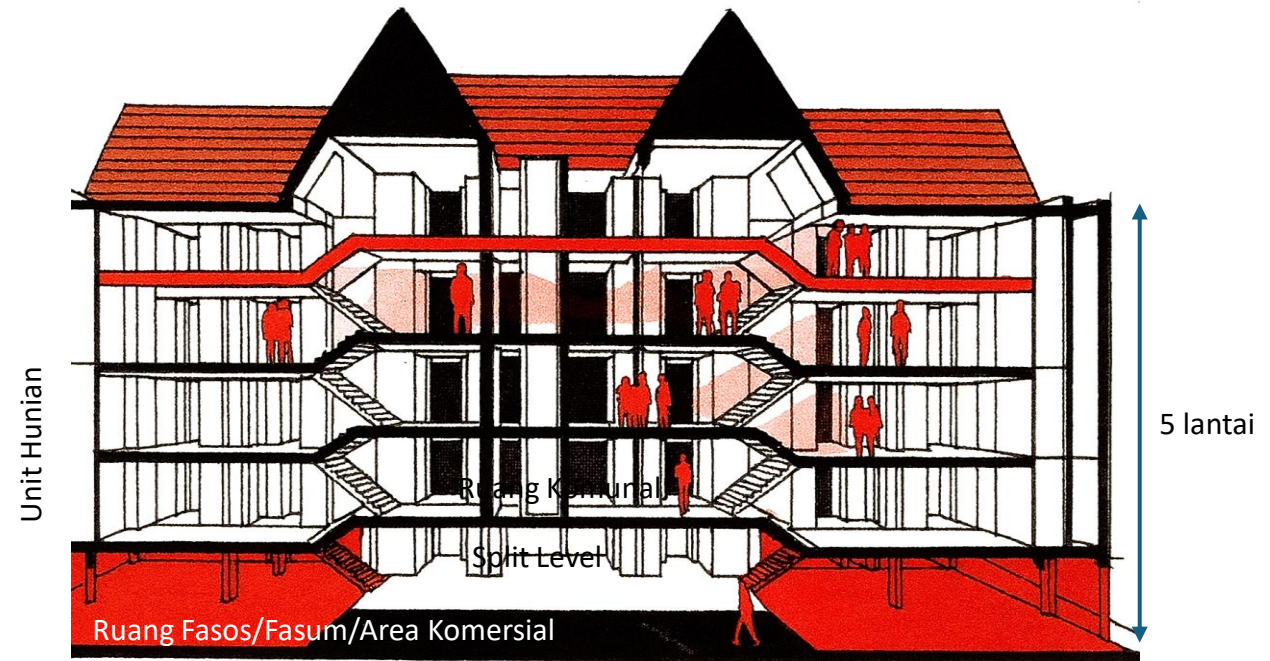
RUANG TANGGA YANG
MENGHUBUNGKAN
RUANG KOMUNAL



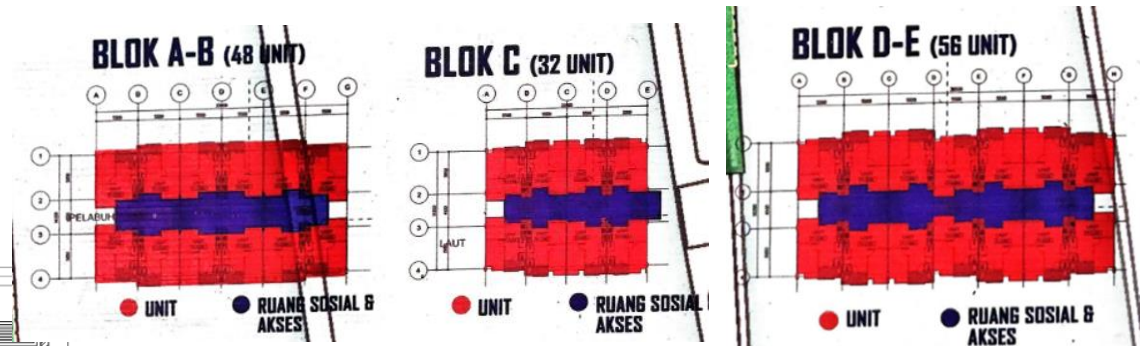
DENAH UNIT HUNIAN



POTONGAN A-A'
SKALA 1:75



AKSONOMETRI BANGUNAN



Kuadran I – Prioritas Perbaikan : Kepentingan tinggi, kepuasan rendah

Kode	Aspek Fungsional
AF-1	Jarak rumah ke tempat kerja
AF-3	Tata ruang dalam rumah
AF-4	Letak rumah dalam rusun
AF-9	Letak kamar tidur
AF-18	Ventilasi ruang anak
AF-24	Sirkulasi dalam rumah
AF-26	Kebersihan area eksterior

- Strategi:**
- ☐ Evaluasi kembali desain tapak dan sirkulasi vertikal/horizontal
 - ☐ Tambahkan pencahayaan dan ventilasi alami
 - ☐ Perbaiki zoning dan koneksi antar ruang

Kuadran II – Dipertahankan : Kepentingan tinggi, kepuasan tinggi

Kode	Aspek Fungsional
AF-5	Pencapaian rumah dari tangga
AF-6	Jumlah ruang dalam rumah
AF-10	Luas kamar mandi
AF-11	Letak kamar mandi
AF-13	Letak dapur

- Strategi:**
- ☐ Pertahankan kualitas, periksa secara rutin
 - ☐ Dapat dijadikan model desain untuk rumah susun baru

Kuadran III – Rendah Kepentingan, Rendah Kepuasan

Kode	Aspek Fungsional
AF-15	Toilet umum
AF-22	Lokasi rumah ke sekolah
AF-25	Akses ke jalur darurat

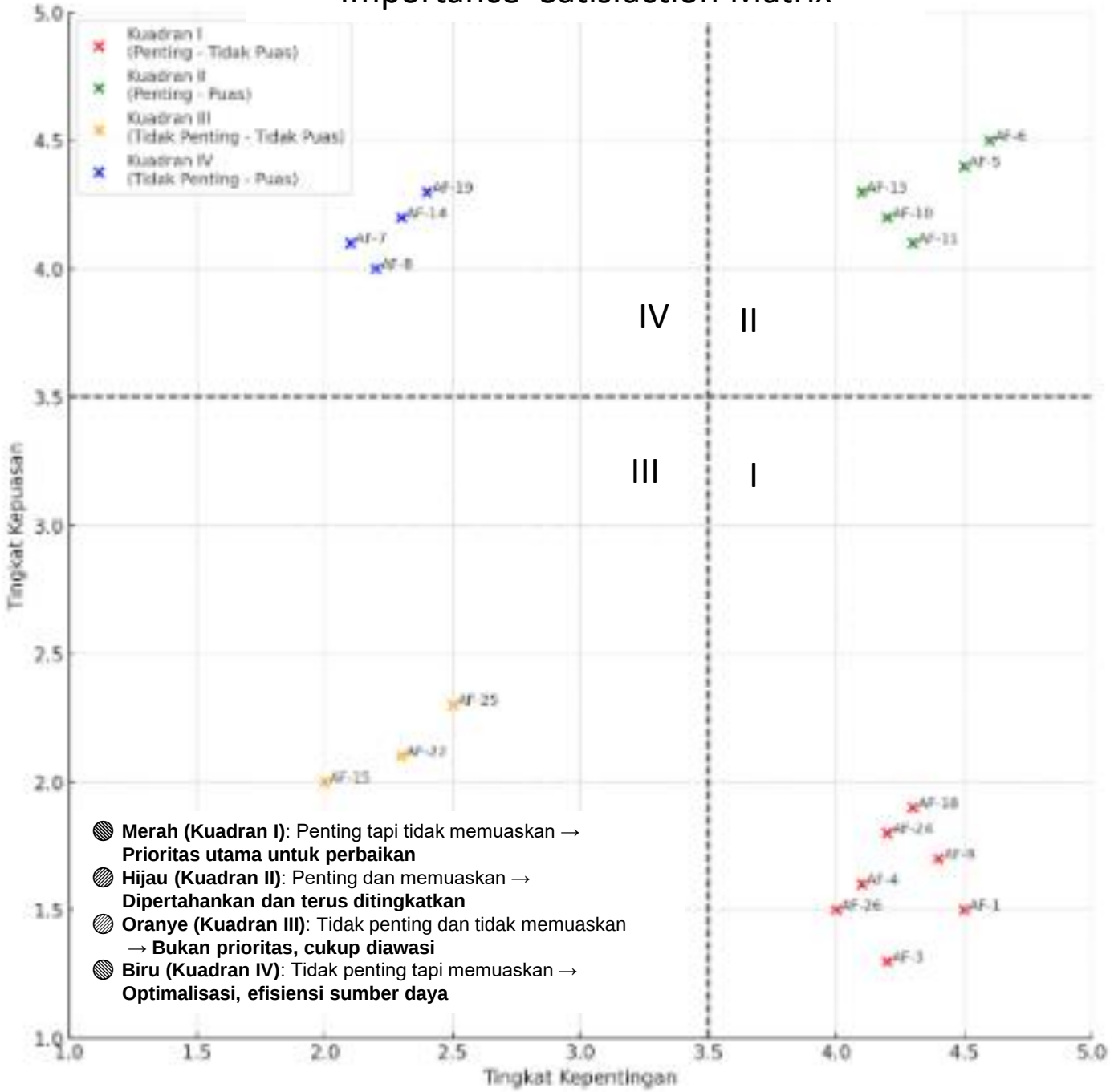
- Strategi:**
- ☐ Perlu monitoring, tetapi bukan prioritas
 - ☐ Bisa dipertimbangkan bila ada dana tambahan atau revisi jangka panjang

Kuadran IV – Kepuasan Tinggi, Kepentingan Rendah

Kode	Aspek Fungsional
AF-7	Luas ruang dalam rumah
AF-8	Luas kamar tidur
AF-14	Fasilitas bersama
AF-19	Luas ruang bermain anak

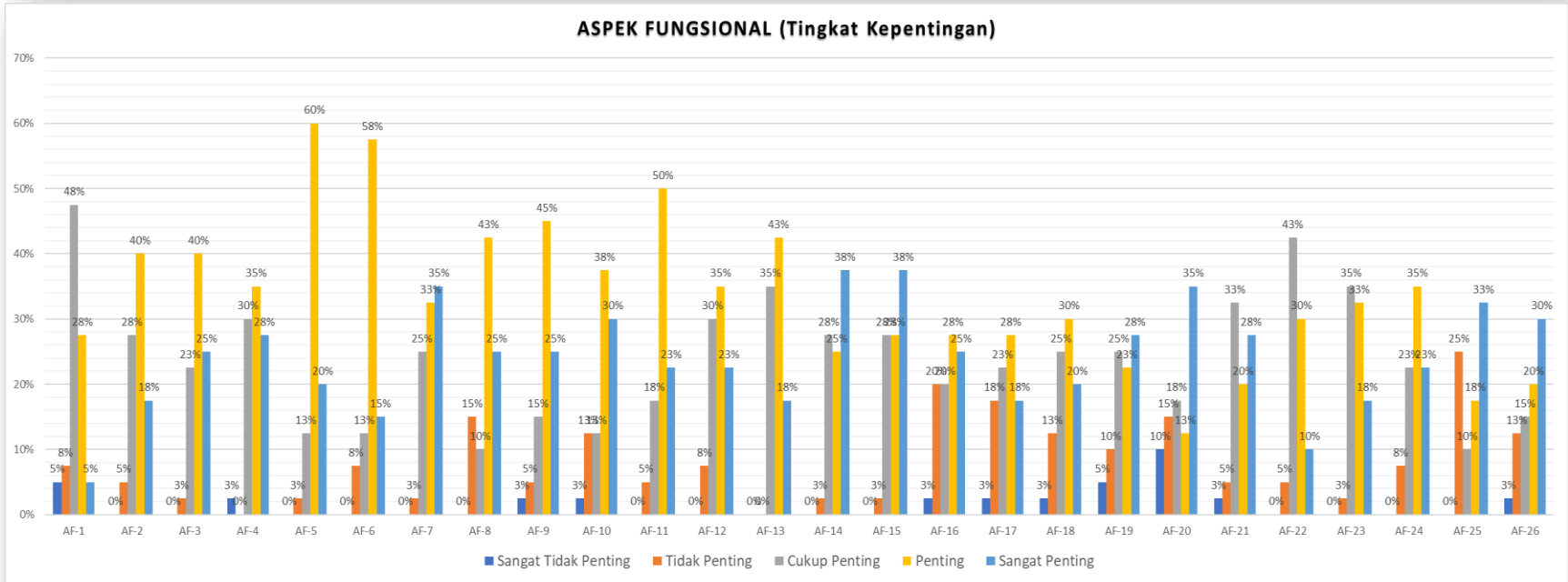
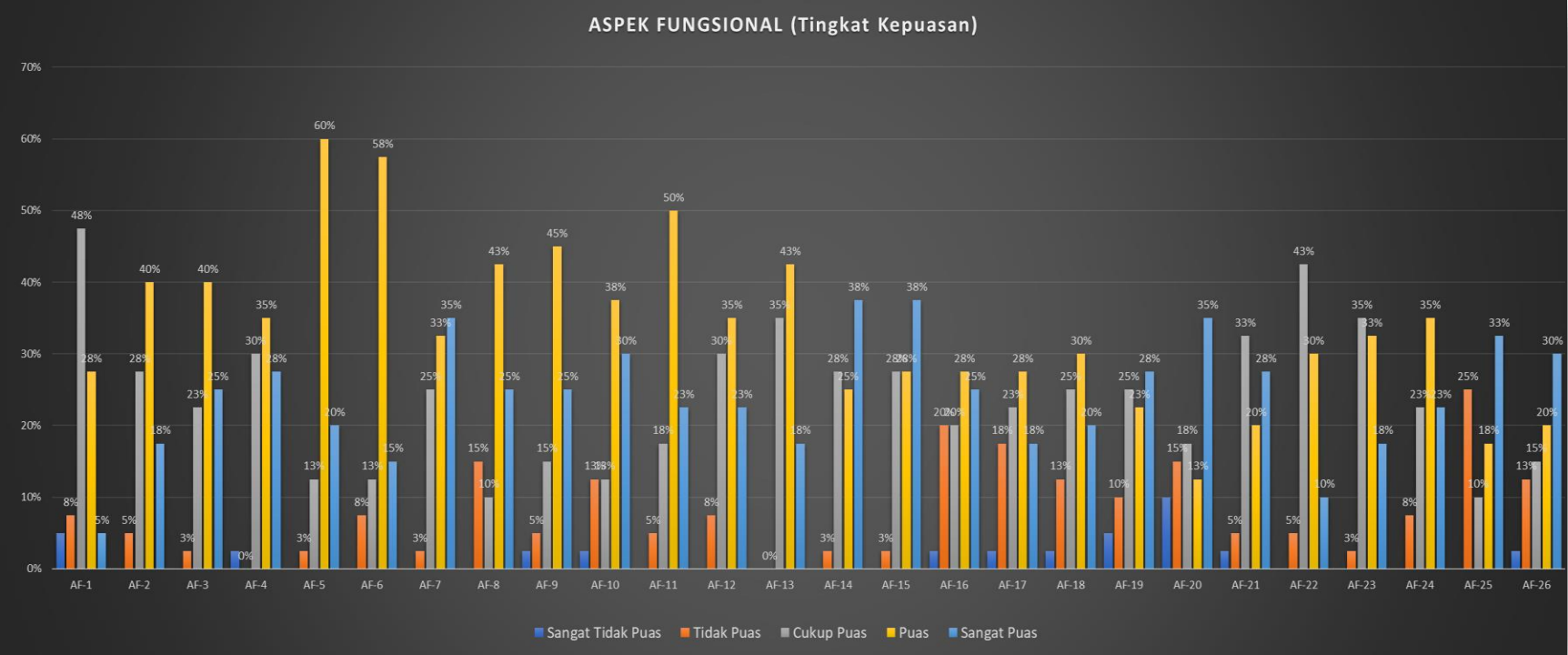
- Strategi:**
- ☐ Optimalisasi biaya dan sumber daya
 - ☐ Tidak perlu peningkatan signifikan, cukup dipertahankan

Importance–Satisfaction Matrix



ASPEK FUNGSIONAL

(Tingkat Kepuasan dan Kepentingan)



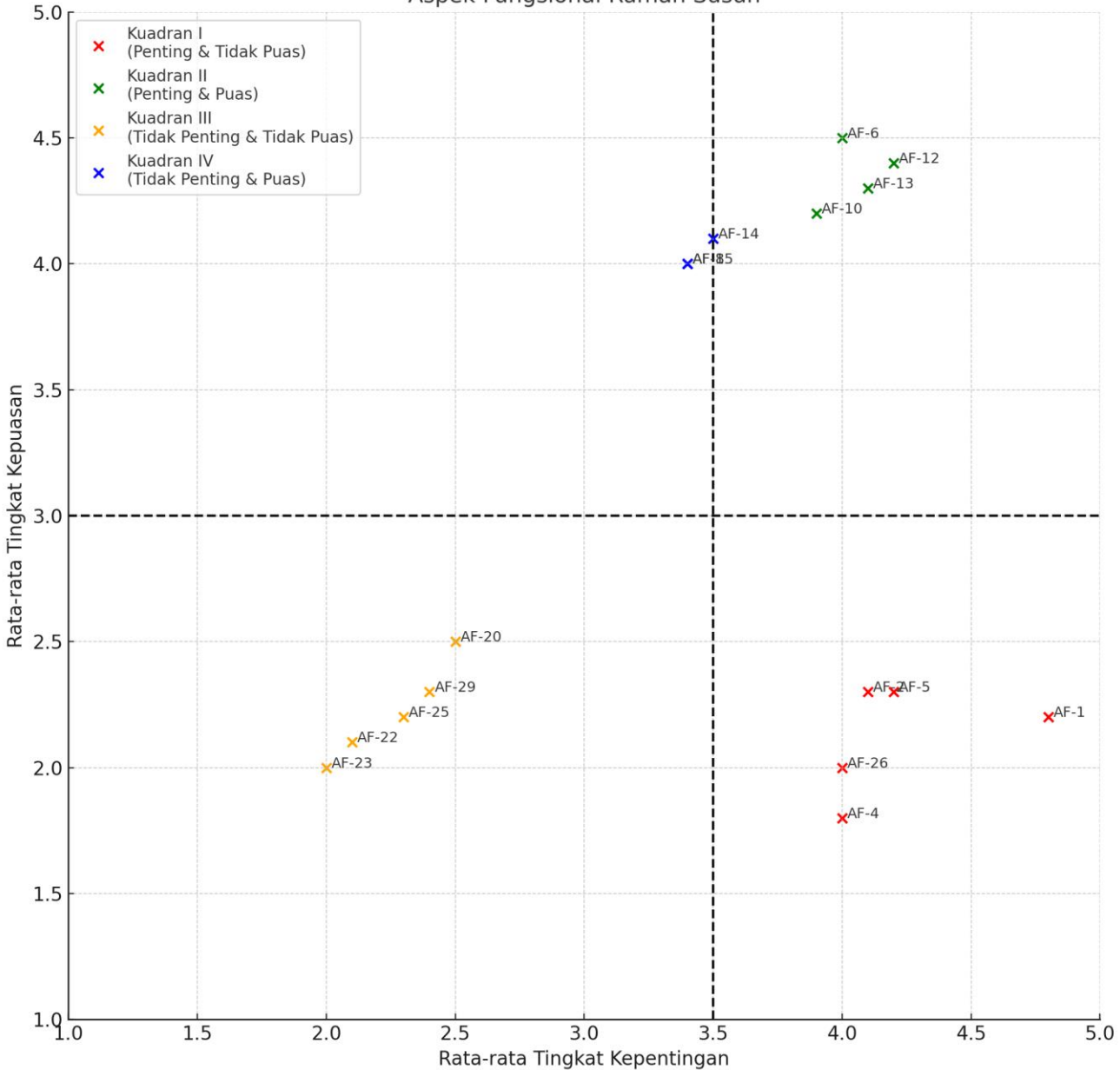
KUADRAN I: Penting & Tidak Puas (PRIORITAS UTAMA PERBAIKAN)

KODE	ASPEK FUNGSIONAL	STRATEGI PERBAIKAN
AF-1	Penilaian jarak lokasi rumah susun terhadap tempat bekerja	Optimalisasi pemilihan lokasi hunian yang terhubung dengan jaringan transportasi dan pusat aktivitas ekonomi.
AF-2	Penilaian bentuk bangunan	Perbaikan visual bangunan yang mencerminkan identitas lokal dan karakter komunitas.
AF-4	Penilaian letak tangga	Redesain posisi tangga agar lebih aman, mudah dijangkau, dan tidak mengganggu sirkulasi utama.
AF-5	Penilaian luas kamar mandi	Evaluasi ulang kebutuhan luas kamar mandi untuk kenyamanan aktivitas serta mempertimbangkan efisiensi sanitasi.
AF-26	Penilaian kelancaran air bersih	Perbaikan infrastruktur saluran dan distribusi air bersih, dengan sistem monitoring tekanan dan kualitas air.

KUADRAN II: Penting & Puas (MEMPERTAHANKAN KUALITAS YANG SUDAH BAIK)

KODE	ASPEK FUNGSIONAL	STRATEGI PERBAIKAN
AF-6	Penilaian sistem penghawaan	Pemeliharaan rutin sistem ventilasi dan sirkulasi udara.
AF-10	Pencahayaan alami	Menjaga bukaan alami dan penghalang sinar langsung.
AF-11	Sirkulasi ruang	Memastikan alur ruang tetap nyaman dan tidak terganggu.
AF-12	Keamanan ruang	Peningkatan sistem keamanan berbasis komunitas.
AF-13	Kenyamanan ruang	Monitoring kenyamanan suhu, pencahayaan, dan kebisingan.

Importance-Satisfaction Matrix (ISM)
Aspek Fungsional Rumah Susun



KUADRAN III: Tidak Penting & Tidak Puas (PERBAIKAN BERSIFAT SEKUNDER, DIPERTIMBANGKAN JIKA ADA SUMBER DAYA)

KODE	ASPEK FUNGSIONAL	STRATEGI PERBAIKAN
AF-19	Area parkir kendaraan	Pengaturan ulang area parkir untuk efisiensi lahan.
AF-20	Area publik/pelataran	Revitalisasi pelataran agar lebih multifungsi dan nyaman.
AF-21	Penataan tanaman di balkon	Edukasi penghuni tentang pentingnya ruang hijau mikro.
AF-22	Area jemur	Penambahan pelindung hujan dan ventilasi untuk area jemur.
AF-23	Penataan ruang dalam unit	Sosialisasi penataan ruang untuk meningkatkan kenyamanan.
AF-25	Area bermain anak	Rehabilitasi area bermain untuk meningkatkan keamanan.
AF-28	Ruang pertemuan warga	Perbaikan fasilitas dan program aktivasi ruang bersama.

KUADRAN IV: Tidak Penting & Puas (TIDAK PRIORITAS, CUKUP DIPELIHARA).

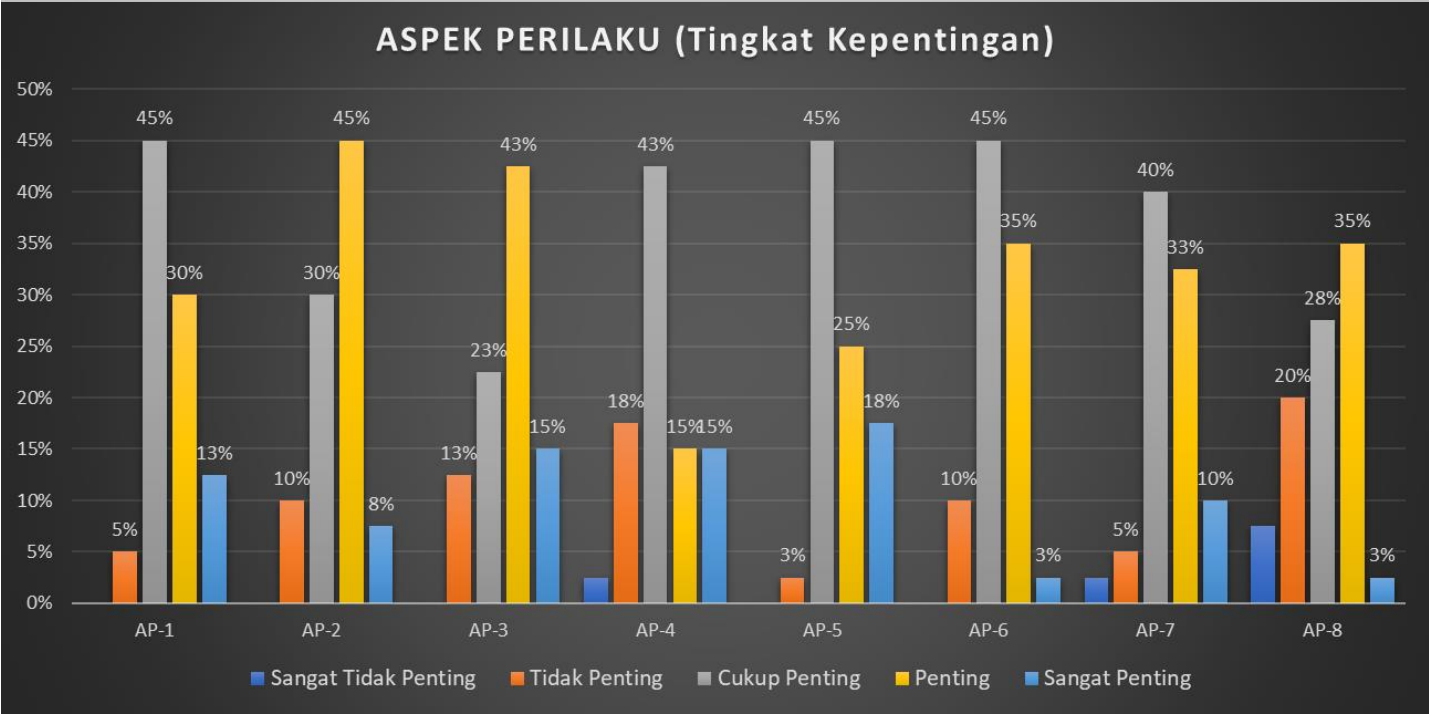
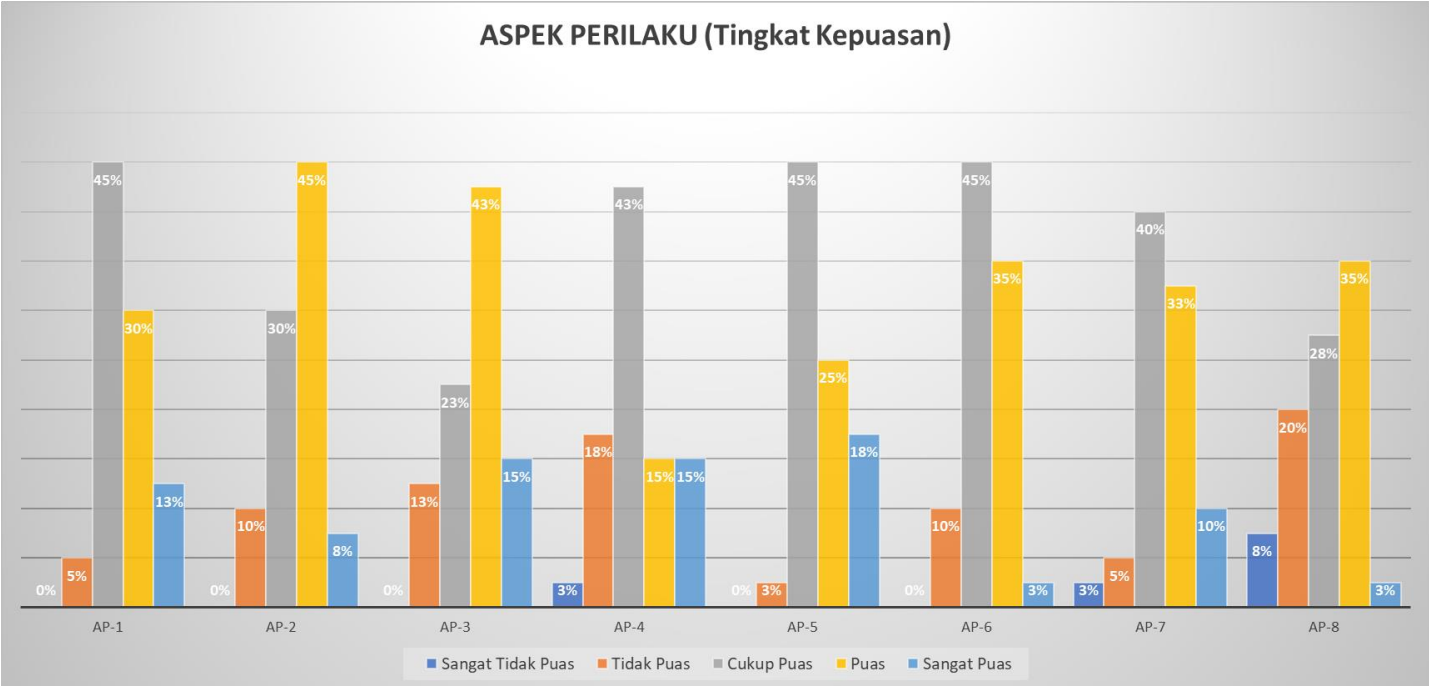
KODE	ASPEK FUNGSIONAL	STRATEGI PERBAIKAN
AF-8	Penilaian pencahayaan tangga	Menjaga pencahayaan tangga agar tetap aman dan terang.
AF-14	Penilaian letak kamar mandi	Evaluasi desain kamar mandi untuk kemudahan akses.
AF-15	Penilaian ventilasi unit	Monitoring fungsi ventilasi untuk menjaga kualitas udara.



SUMBER PENCAHAYAAN PADA RUANG KOMUNAL

ASPEK PERILAKU

(Tingkat Kepuasan dan Kepentingan)



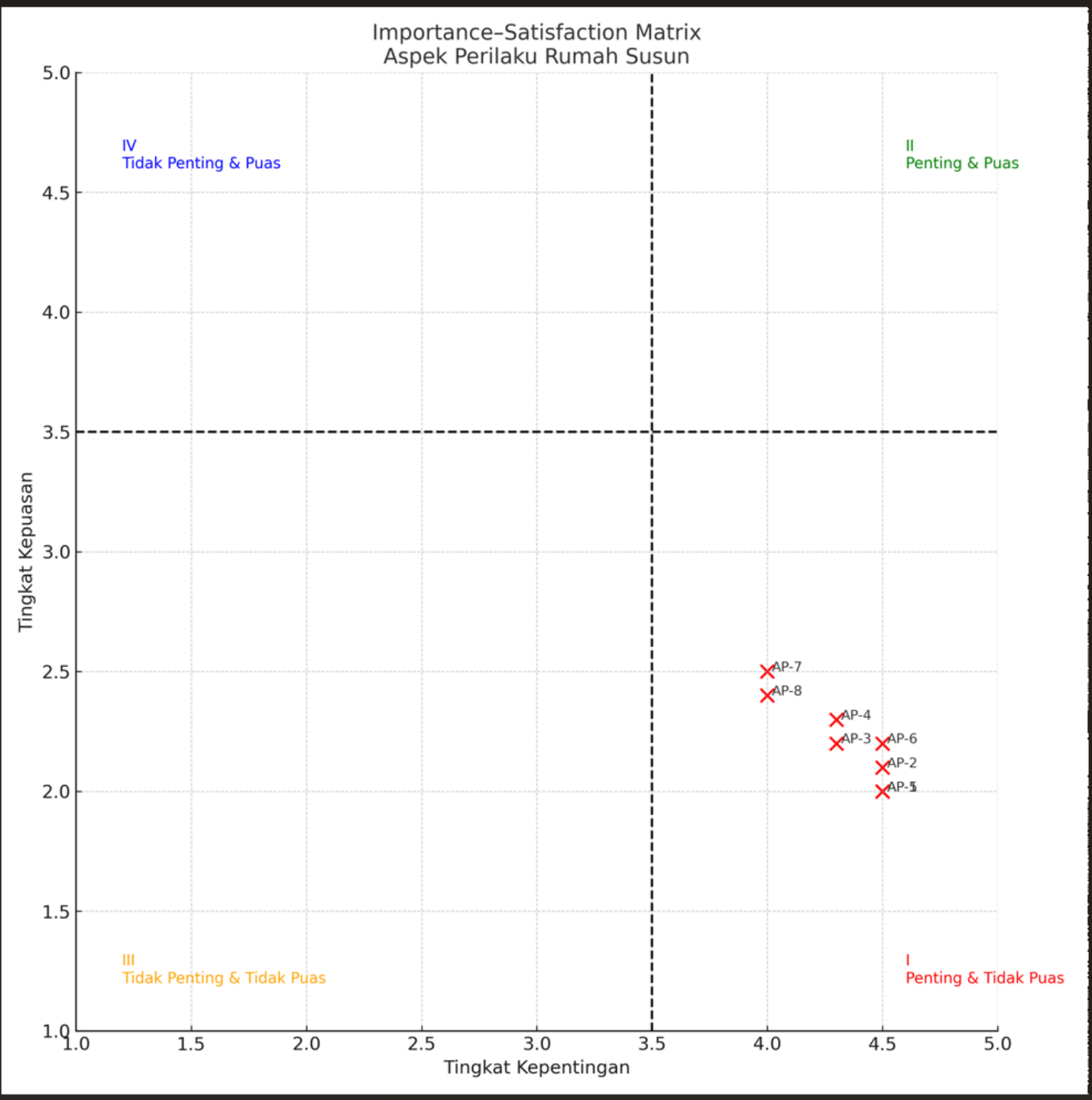
● **Kuadran I: Penting, tapi Kepuasan Rendah (Prioritas Utama Perbaikan)**

Seluruh indikator berada di kuadran ini. Artinya, penghuni menganggap aspek perilaku sangat penting, namun mereka belum merasa puas. Ini menunjukkan adanya gap antara kebutuhan sosial-komunal dan kenyataan lingkungan rusun.

Kode	Aspek Perilaku	Strategi
AP-1	Keakraban antar tetangga	Fasilitasi ruang interaksi sosial informal (teras, taman, koridor luas)
AP-2	Perhatian antar tetangga	Bangun budaya peduli melalui program komunitas & kegiatan sosial rutin
AP-3	Kekeluargaan & gotong royong	Revitalisasi kegiatan bersama seperti kerja bakti, arisan, dll
AP-4	Privasi kegiatan pribadi	Desain zonasi ruang lebih privat, sekat akustik
AP-5	Privasi kegiatan keluarga	Penataan ulang layout atau penyekatan ruang untuk keluarga
AP-6	Penerimaan pribadi oleh penghuni lain	Kampanye kesadaran bersama tentang toleransi dan inklusivitas
AP-7	Pemahaman proses merancang rusun	Edukasi dan sosialisasi partisipatif perihal pengelolaan dan hak rusun
AP-8	Tanggung jawab penghuni atas pemeliharaan lingkungan	Dorong sistem penghargaan & sanksi berbasis komunitas

Kesimpulan Strategis

Tidak ada aspek perilaku yang berada pada zona memuaskan (kuadran II dan IV).
Ini menunjukkan bahwa **ketidakpuasan sosial** bukan disebabkan oleh aspek fungsional saja, tapi juga lemahnya ikatan komunal dan kurangnya ruang untuk interaksi sosial yang bermakna.



RUANG SOSIAL

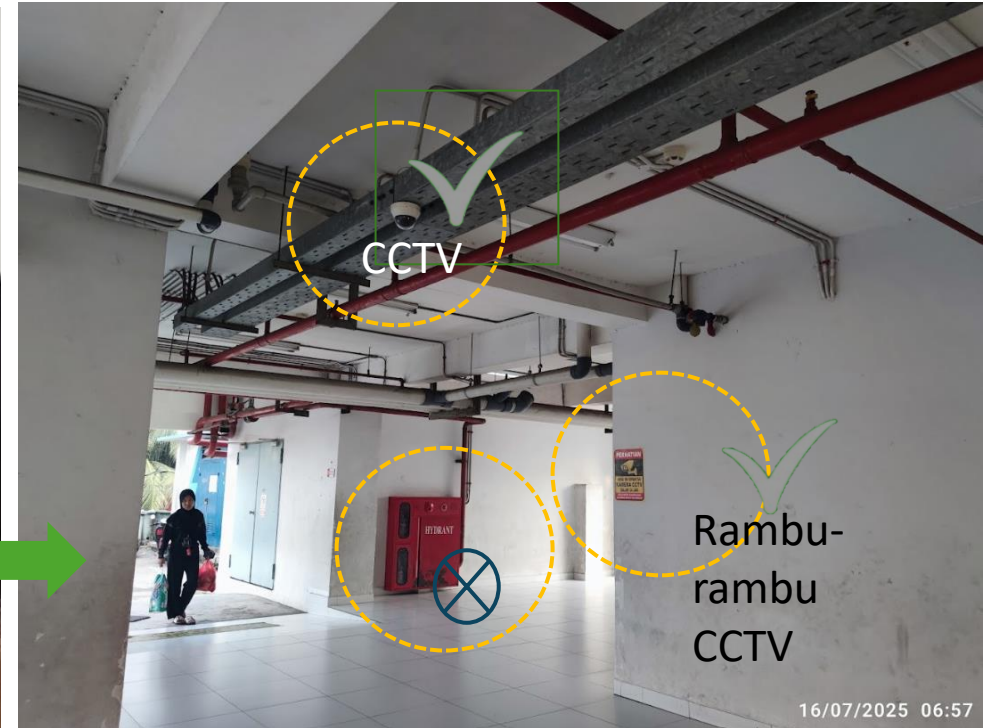


Pengolahan Air Minum yang dikelola penghuni



Aula Ruang Komunal

PEMENUHAN K3



Tidak ada rambu-rambu pada APAR dan HIDRAN





Tidak ada rambu-rambu parkir
Tutup *Septic tank* dijadikan pijakan



Tersedia pipa sistem
hydrant (*fire hydrant*)
dan pipa sistem
sprinkler



Sprinkler dan *fire detector* tersedia

KEBUTUHAN AREA HIJAU AKIBAT EMISI CARBON PENCAHAYAAN LAMPU

1. Menghitung Konsumsi Energi (kWh/hari)

Misal untuk Ruang Tamu:

3% responden memakai lampu selama 1–2 jam → asumsi rata
rata: 1.5 jam

25% responden: 3–4 jam → 3.5 jam

5%: 5–6 jam → 5.5 jam

28%: 7–8 jam → 7.5 jam

28%: 9–10 jam → 9.5 jam

Hitung Energi (dengan 10 Watt sebagai daya lampu):

Energi Total Ruang Tamu (Wh) = (3% × 10W × 1.5) + (25% × 10W × 3.5) + (5% × 10W × 5.5) + (28% × 10W × 7.5) + (28% × 10W × 9.5) = 0.45 + 8.75 + 2.75 + 21 + 26.6 = 59.55 Wh

Konversi ke kWh:

1 kWh = 1000 Wh

59.55 Wh = 0.05955 kWh ≈ 0.06 kWh/hari (dibulatkan sesuai)

2. Menghitung Emisi CO₂ (kg)

Emisi CO₂ = Energi (kWh) × Faktor Emisi

Faktor Emisi Umum (dari PLN atau sumber energi fosil):

0.85 kg CO₂ per 1 kWh

Contoh (untuk 0.76 kWh):

0.76 kWh × 0.85 = 0.646 kg CO₂ ≈ 0.65 kg CO₂

3. Menghitung Konsumsi O₂

Konsumsi O₂ = Energi (kWh) × 1.3 kg O₂

(Karena pembakaran listrik 1 kWh ≈ 1.3 kg O₂)

0.76 kWh × 1.3 = 0.988 kg O₂ ≈ 0.99 kg O₂

4. Menghitung Kebutuhan Pohon dan Luas Hijau

1 pohon dewasa menyerap ±21 kg CO₂ per tahun

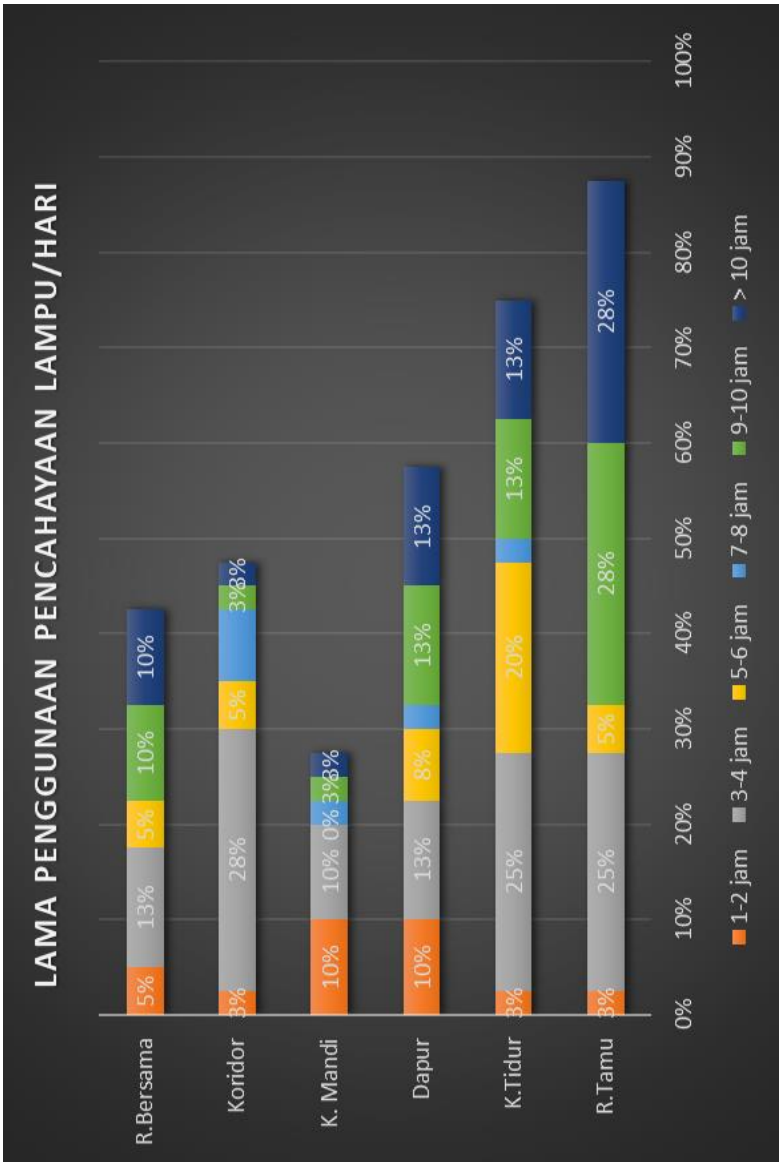
•1 pohon ≈ 2 m² ruang vegetasi padat

Jumlah pohon = Total CO₂ / 21

Luas hijau = Jumlah pohon × 2 m²

1449 kg CO₂ / 21 = 69 pohon

69 × 2 = 138 m² area hijau



Tabel 1. Konsumsi Harian per Ruang

Ruang	Energi (kWh/hari)	Emisi CO ₂ (kg/hari)	Konsumsi O ₂ (kg/hari)
Ruang Bersama	0.48	0.41	0.62
Koridor	0.76	0.65	0.99
Kamar Mandi	0.42	0.36	0.55
Dapur	0.76	0.65	0.99
Kamar Tidur	1.00	0.85	1.30
Ruang Tamu	1.25	1.06	1.63
TOTAL	4.67	3.97	6.07

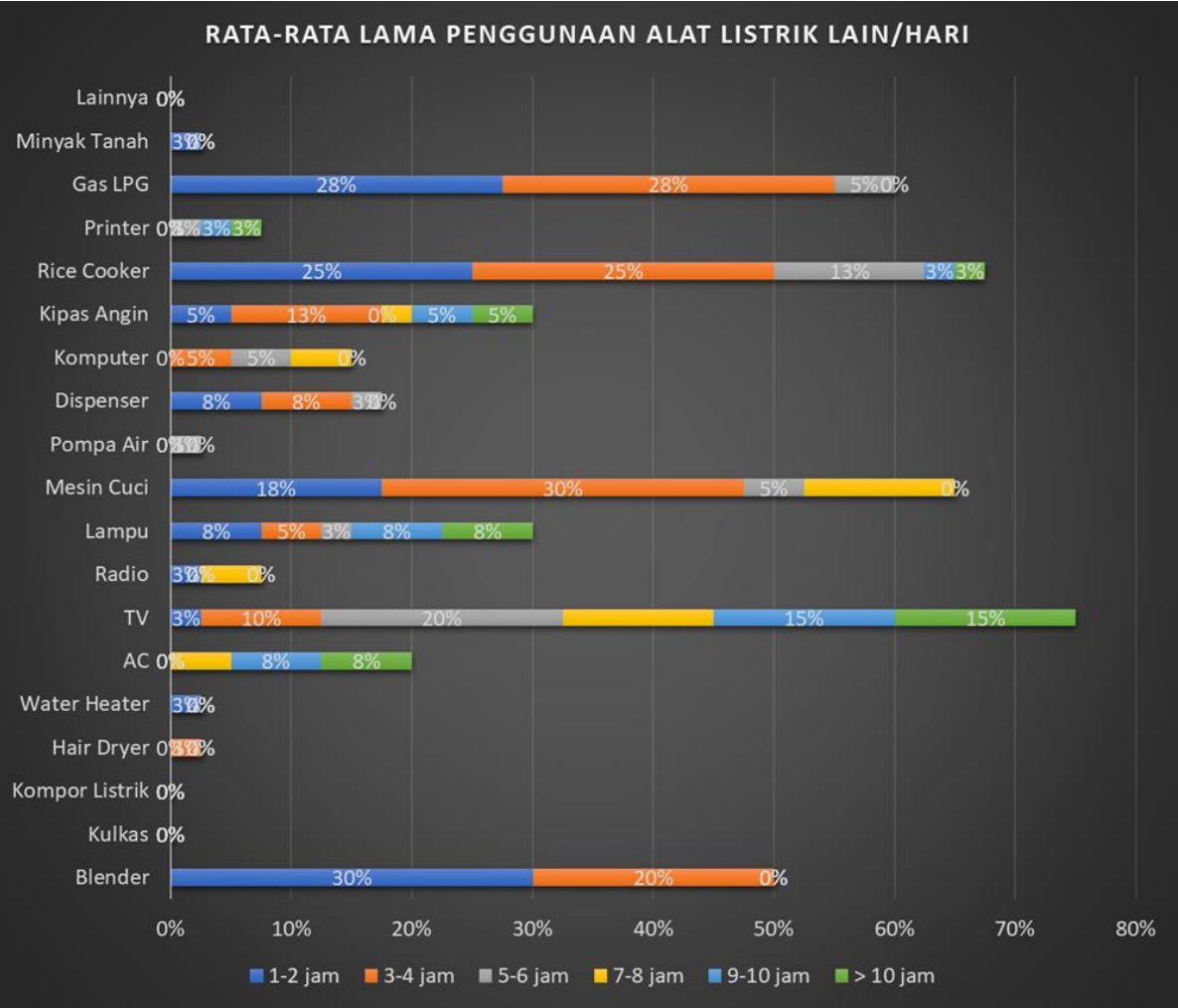
Tabel 2. Rekap Konsumsi per Periode

Periode	Energi (kWh)	Emisi CO ₂ (kg)	Konsumsi O ₂ (kg)
Harian	4.67	3.97	6.07
Mingguan	32.69	27.79	42.49
Bulanan (30h)	140.10	119.10	182.10
Tahunan (365h)	1704.55	1448.87	2215.91

Tabel 3. Estimasi Kebutuhan Ruang Hijau

Parameter	Nilai
Emisi CO ₂ Tahunan	1448.87 kg
Daya Serap 1 Pohon/Tahun	21 kg CO ₂
Jumlah Pohon yang Diperlukan	±69 pohon
Luas Vegetasi Padat Diperlukan (±2m ² /pohon)	±138 m ²

KEBUTUHAN AREA HIJAU AKIBAT EMISI CARBON PENGGUNAAN ALAT LISTRIK LAIN

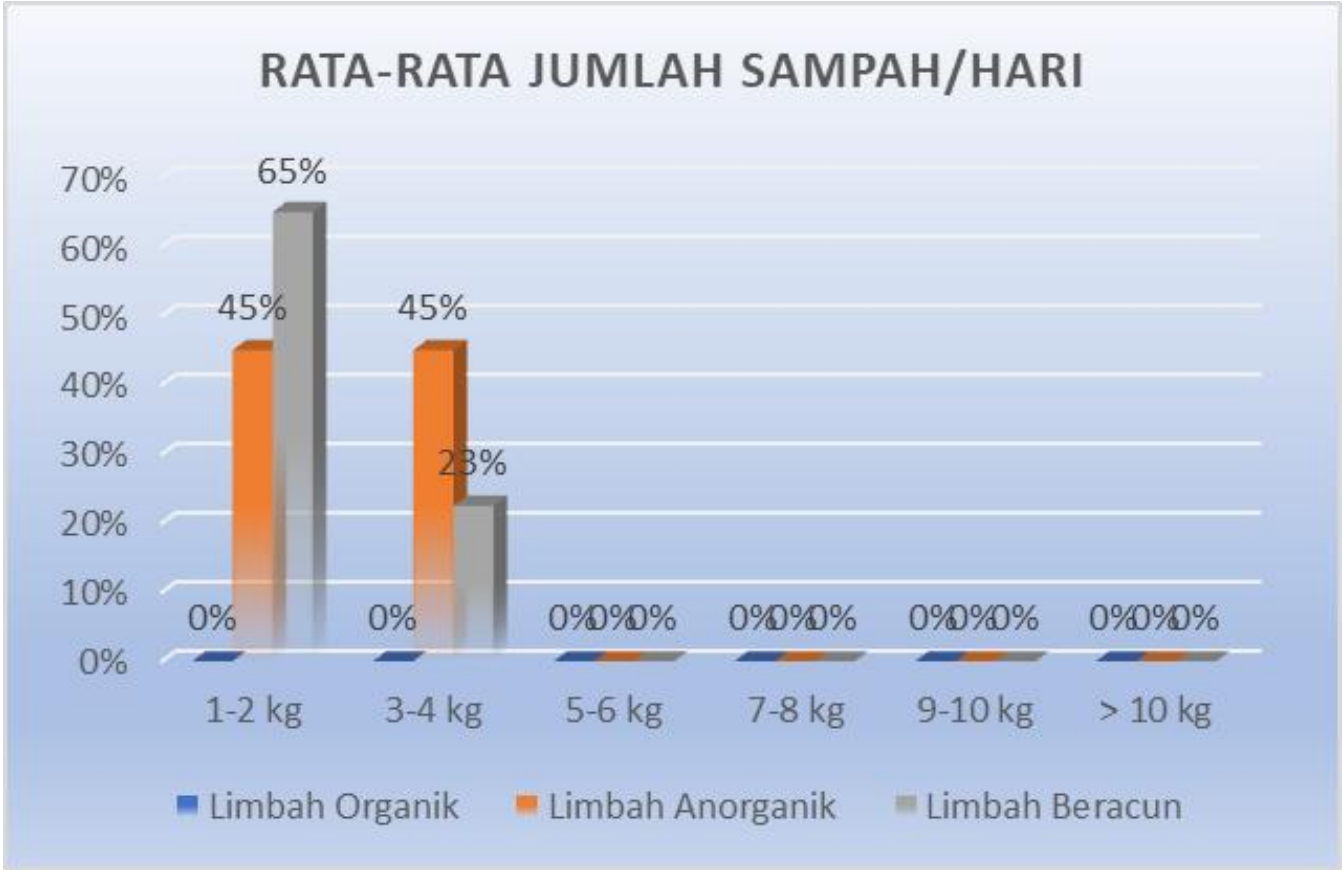


Peralatan	Energi (kWh)	Emisi CO2 (kg)	Konsumsi O2 (kg)
Blender	34.5	29.325	44.85
Kulkas	0	0	0
Kompor Listrik	0	0	0
Hair Dryer	3.6	3.06	4.68
Water Heater	6.75	5.7375	8.775
AC	64.8	55.08	84.24
TV	40.45	34.3825	52.585
Radio	0.135	0.11475	0.1755
Lampu	1.82	1.547	2.366
Mesin Cuci	79.75	67.7875	103.675
Pompa Air	1.125	0.95625	1.4625
Dispenser	11.3	9.605	14.69
Komputer	3.75	3.1875	4.875
Kipas Angin	5.9	5.015	7.67
Rice Cooker	99	84.15	128.7
Printer	3.15	2.6775	4.095
Gas LPG	0	0	0
Minyak Tanah	0	0	0
TOTAL Harian	356.03	302.6255	462.839
TOTAL Mingguan	2492.21	2118.3785	3239.873
TOTAL Bulanan	10680.9	9078.765	13885.17
TOTAL Tahunan	129950.95	110458.3075	168936.235

Parameter	Nilai	Parameter	Estimasi
Konsumsi energi listrik	± 643.69 kWh/tahun	Jumlah pohon yang dibutuhkan/tahun	26 pohon
Emisi CO ₂	± 547.14 kg CO ₂ /tahun	(asumsi: 1 pohon menyerap ± 21 kg CO ₂ /tahun)	
Konsumsi O ₂	± 836.80 kg O ₂ /tahun	Luas area hijau yang dibutuhkan	± 52 m ²
		(asumsi: 1 pohon memerlukan ± 2 m ² area)	

Perhitungan di atas **tidak termasuk peralatan non-listrik** seperti LPG dan minyak tanah (karena memiliki emisi berbeda).

KEBUTUHAN AREA HIJAU AKIBAT EMISI CARBON LIMBAH SAMPAH



Limbah Organik	Limbah Anorganik	Limbah Beracun
Contoh: Sisa makanan, Sayuran, buah-buahan Daun kering Rumput Potongan kayu Kotoran atau tinja	Contoh: Plastik, Ban Kendaraan, Baterai, Kaca, Besi, Gabus, Minyak Goreng, Kaleng, Handphone, Sepeda Motor.	Contoh: bekas pengharum ruangan, pemutih pakaian, deterjen pakaian, pembersih kamar mandi, pembersih kaca/jendela, pembersih lantai, pengkilat kayu, pembersih oven, pembasmi serangga, lem perekat, hair sorav. dan batu baterai.

Jenis Limbah	Rata-rata Berat	Persentase Rumah Tangga	Estimasi Volume Sampah
Anorganik	1.5 kg (1–2 kg)	45%	27 rumah × 1.5 kg = 40.5 kg/hari
Anorganik	3.5 kg (3–4 kg)	45%	27 rumah × 3.5 kg = 94.5 kg/hari
Total Anorganik	—	—	135 kg/hari
Beracun (B3)	1.5 kg (1–2 kg)	65%	26 rumah × 1.5 kg = 39 kg/hari

Limbah organik tidak dihitung signifikan.

Limbah anorganik menghasilkan emisi ± 1.8 kg CO₂/kg sampah
Limbah B3 menghasilkan emisi ± 2.8 kg CO₂/kg sampah
Total Emisi CO₂ / Hari:
Anorganik: 135 × 1.8 = 243 kg CO₂/hari
B3: 39 × 2.8 = 109.2 kg CO₂/hari
Total: ± 352.2 kg CO₂/hari
352.2 kg CO₂ × 365 hari = 128,553 kg CO₂/tahun = ± 128,55 ton CO₂/tahun

Estimasi Konsumsi Oksigen (O₂) Akibat Emisi
1 kg CO₂ mengonsumsi ± 1.53 kg O₂
128,553 kg CO₂ × 1.53 = ± 196,693 kg O₂/tahun = ± 196,7 ton O₂/tahun

Estimasi Jumlah Pohon & Area Hijau

Komponen	Estimasi
Jumlah pohon (menyerap 21 kg CO ₂ /tahun/pohon)	6,122 pohon
Area hijau (asumsi 1 pohon butuh 2 m ²)	12,244 m² = 1.22 hektar

KEBUTUHAN AREA HIJAU AKIBAT EMISI CARBON PENGGUNAAN KENDARAAN



Perhitungan Emisi CO₂ dari Kendaraan

Asumsi emisi rata-rata:

Bensin (sepeda motor & mobil): ±2.3 kg CO₂/liter

Solar (komersial): ±2.7 kg CO₂/liter

Emisi Karbon Harian

Jenis BBM	Volume (liter)	Emisi/liter	Total Emisi CO ₂
Bensin (10 + 177)	187 liter	2.3 kg	430.1 kg/hari
Solar (41 + 34)	75 liter	2.7 kg	202.5 kg/hari
Total	—	—	632.6 kg/hari

Emisi per tahun:

632.6 kg × 365 hari = 230,899 kg CO₂/tahun = ±231 ton CO₂/tahun

Kebutuhan Oksigen (O₂)

1 kg CO₂ membutuhkan ± 1.53 kg O₂ untuk terurai secara biologis.

231 ton CO₂ × 1.53 = 353.43 ton O₂/tahun

Jumlah Pohon & Luas Area Hijau yang Dibutuhkan

1 pohon dewasa rata-rata menyerap ± 21 kg CO₂/tahun

1 pohon butuh ± 2 m² lahan

Kebutuhan Jumlah pohon:

231,000 kg CO₂ ÷ 21 = 11,000 pohon

Luas area hijau:

11,000 × 2 m² = 22,000 m² = 2.2 hektar

KESIMPULAN

1. Kualitas ruang fungsional utama seperti dapur, tangga, dan area privat **belum memenuhi standar kenyamanan**, berdasarkan hasil evaluasi pasca-huni (POE).
2. Pencahayaan alami dan ventilasi udara **tidak optimal**, sehingga penghuni bergantung pada penggunaan alat elektronik dan lampu buatan.
3. Konsumsi energi listrik yang tinggi menyumbang **$\pm 128,5$ ton CO₂ per tahun**, terutama dari sektor penerangan dan peralatan rumah tangga.
4. Rata-rata **1–4 kg sampah/hari** dihasilkan setiap rumah tangga, didominasi limbah anorganik dan B3, **tanpa sistem pemilahan dan pengolahan** yang memadai.
5. Moda transportasi utama berupa sepeda motor menyumbang **emisi terbesar**, dengan total emisi dari sektor transportasi mencapai **± 231 ton CO₂ per tahun**.
6. Total emisi gabungan dari energi, sampah, dan transportasi setara dengan kebutuhan kompensasi ekologis sebesar **± 11.000 pohon** atau **$\pm 2,2$ hektar ruang terbuka hijau**.
7. Diperlukan **pendekatan integratif** dalam perbaikan hunian, yang mencakup:
 - a) Perbaikan teknis bangunan,
 - b) Efisiensi penggunaan energi,
 - c) Pengelolaan sampah berkelanjutan,
 - d) Penyediaan ruang terbuka hijau,
 - e) Penguatan perilaku komunal dan partisipatif penghuni.

REKOMENDASI : RUMUSAN STRATEGI PERBAIKAN

ASPEK	TEMUAN UTAMA	REKOMENDASI FISIK	REKOMENDASI NON FISIK
Teknis & Fungsional	Dapur, tangga, pencahayaan alami belum optimal; sirkulasi ruang kurang nyaman	Perbaikan desain ruang (dapur, pencahayaan, privasi)	Edukasi tentang fungsi ruang dan peningkatan kenyamanan pengguna
Energi	Konsumsi alat elektronik tinggi; lampu tidak hemat energi	Penggantian lampu ke LED, pemasangan sensor gerak, desain pencahayaan alami	Kampanye hemat energi dan penghargaan untuk pengguna yang berhemat
Sampah	Produksi 1–4 kg/hari; dominan anorganik & B3; belum ada pemilahan	Penyediaan fasilitas pemilahan dan kompos; tempat dropbox limbah B3	Edukasi pemilahan sampah dan pengelolaan limbah rumah tangga
Transportasi	Sepeda motor dominan; kendaraan komersial menyumbang emisi besar	Pengembangan rute transportasi publik efisien; infrastruktur sepeda & pejalan kaki	Sosialisasi transportasi rendah emisi; insentif carpool dan kendaraan ramah lingkungan
Ekologis	Total emisi ±370 ton CO ₂ /tahun; butuh ±11.000 pohon atau ±2,2 ha ruang hijau	Penambahan ruang hijau horizontal dan vertikal, adopsi taman komunitas	Edukasi partisipatif pentingnya ruang hijau dan pelibatan penghuni
Sosial & Budaya	Interaksi sosial rendah, budaya gotong royong belum kuat	Penyediaan ruang interaksi komunal dan fasilitas berbagi ruang	Penguatan budaya komunal, gotong royong, dan partisipasi penghuni

JENIS SOLUSI	DESKRIPSI	KELEBIHAN
1. Taman Atap (Rooftop Garden)	Area hijau di atap bangunan yang ditanami tanaman penyerap CO ₂ , bisa berupa taman komunitas	Pemanfaatan ruang tak terpakai, menambah isolasi termal, tempat berkumpul
2. Taman Vertikal (Vertical Garden)	Tanaman merambat atau modul tanam di dinding luar bangunan atau pagar area rusun	Efisien ruang, memperbaiki kualitas udara mikro, memperindah bangunan
3. Balkon Hijau (Green Balcony)	Penghuni menanam tanaman dalam pot di balkon masing-masing, dengan panduan spesifik	Partisipatif, meningkatkan kenyamanan pribadi, mudah diwujudkan
4. Jalur Hijau Komunal (Communal Green Strip)	Area hijau linier di antara blok rusun, difungsikan sebagai taman lintasan dan area serapan air	Meningkatkan interaksi sosial, memperbaiki drainase dan kualitas iklim mikro
5. Kebun Komunitas (Urban Farming)	Pemanfaatan lahan kosong/atap untuk bercocok tanam secara kolektif oleh penghuni	Meningkatkan ketahanan pangan, edukatif, mempererat kohesi sosial
6. Infiltrasi Hijau (Biopori & sumur resapan hijau)	Area hijau kecil di sudut-sudut kawasan untuk resapan air hujan dan konservasi tanah	Mencegah banjir, bisa jadi habitat mikro untuk biodiversitas lokal
7. Pohon Peneduh di Perimeter	Penanaman pohon besar di sekitar perimeter rusun	Menyerap CO ₂ , menaungi bangunan dari panas berlebih, menyaring debu & polusi

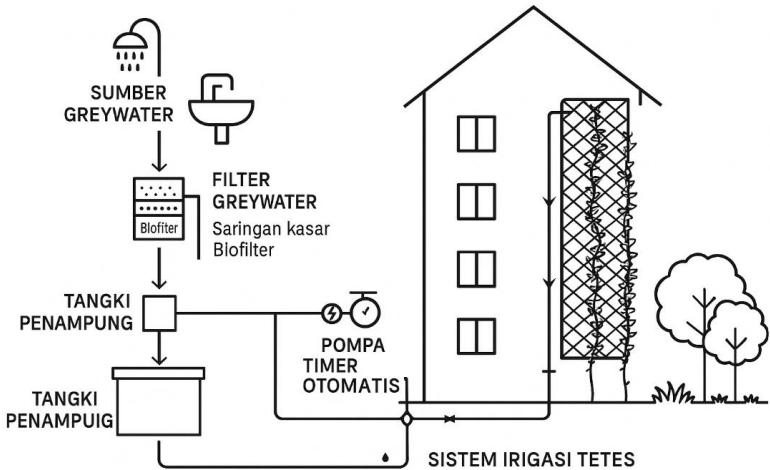
**SIMULASI IMPLEMENTASI
PENGADAAN RUANG HIJAU**



PENAMBAHAN GREEN WALL



**"Sistem Irigasi Tetes Berbasis Daur Ulang
Greywater untuk Vegetasi Fasad Bangunan"**



PENAMBAHAN SEJUMLAH POHON

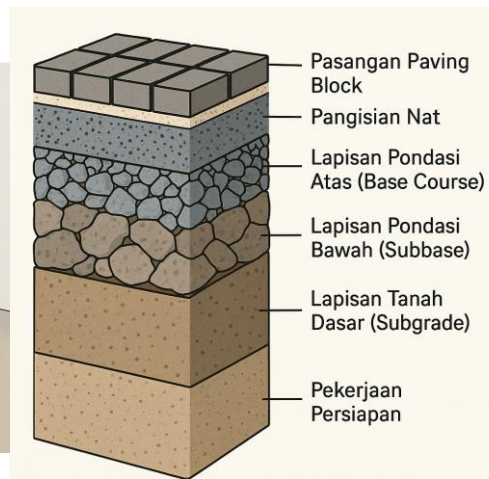
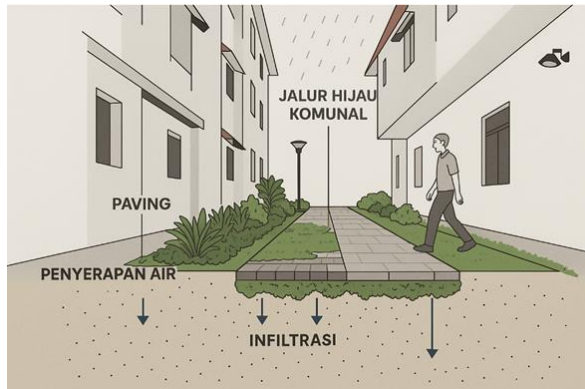




SIMULASI IMPLEMENTASI PENGADAAN RUANG HIJAU PADA BANGUNAN DAN PAVING BLOCK LINGKUNGAN



SIMULASI IMPLEMENTASI RUANG HIJAU & PAVING BLOCK DI LORONG ANTAR BANGUNAN





REKOMENDASI TITIK KUMPUL



SIMULASI IMPLEMENTASI
STREET SCAPE (LAMPU TAMAN,
TEMPAT DUDUK, TEMPAT SAMPAH
JALUR SEPEDA DAN PEDESTRIAN)

REFERENSI

- Abu Hassan Abu Bakar, Cheen, K. S., & Rahmawaty. (2011). Sustainable Housing Practices in Malaysian Housing Development: Towards Establishing Sustainability Index. *International Journal of Technology*, 2, 83-92. <https://doi.org/DOI:10.14716/ijtech.v2i1.1025>
- Ahmed, H., & Sugini, S. (2020). Assessment Of Sustainability Architecture Using The Modification Of The Greenship Tools Model (Case Study Of Mohammad Hatta Building Of Indonesian Islamic University). *Journal of Architectural Research and Design Studies*, 4(1). <https://doi.org/10.20885/jars.vol4.iss1.art5>
- Asojo, A. O., Bae, S., & Martin, C. S. (2019). Post-occupancy Evaluation Study of the Impact of Daylighting and Electric Lighting in the Workplace. In *LEUKOS* (Vol. 16, Issue 3, pp. 239-250). Informa UK Limited. <https://doi.org/10.1080/15502724.2019.1602778>
- Chansomsak, S., & Vale, B. (2016). Sustainable Architecture: Architecture as Sustainability. *Proceedings of the World Conference SB08*, 2294-2301. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4989.8009>
- Gonzalez-Caceres, A., Bobadilla, A., & Karlshøj, J. (2019). Implementing post-occupancy evaluation in social housing complemented with BIM: A case study in Chile. *Building and Environment*, 158, 260-280. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2019.05.019>
- GBI Assessment criteria contents, GBI Assessment Criteria for Non-residential New Construction (NRNC) 0 (2009).
- Hassin, M., & Azlani, S. N. H. B. (2018). Post-Occupancy Evaluation for Green Building in Kuala Lumpur. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 8(8). <https://doi.org/10.6007/IJARBS/v8-i8/4942>
- Kalantari, S., & Shepley, M. (2020). Psychological and social impacts of high-rise buildings: a review of the post-occupancy evaluation literature. In *Housing Studies* (Vol. 36, Issue 8, pp. 1147-1176). Informa UK Limited. <https://doi.org/10.1080/02673037.2020.1752630>
- Kauffman, J. M. (n.d.). *Sustainable Urban Housing in China Science And Technology: Tools For Sustainable Development*.
- Khan, A., & Thebridge, S. (2022). *Occupancy and Post-occupancy Evaluation*. Facet. <https://doi.org/https://doi.org/10.29085/9781783305728.011>
- Kusuma Admaja, W., Nasirudin, N., & Sriwinarno, H. (2020). Identification and Analysis of the Carbon Footprint of Electricity Use at the Yogyakarta Institute of Technology. *Journal of Environmental Engineering*, 18(2). <https://doi.org/10.37412/jrl.v18i2.28>
- Mustafa, S. N. A. M., Khalil, N., Bohari, A. A. M., & Nguyen, H.-T. (2022). Identifying the Key Social Factors in Post Occupancy Evaluation of a Green Building. In *International Journal of Service Management and Sustainability* (Vol. 7, Issue 1, p. 167). UiTM Press, Universiti Teknologi MARA. <https://doi.org/10.24191/ijsms.v7i1.17785>
- Nureliza, Jati, D. R., & Utomo, K. P. (2021). Carbon Footprint Analysis of Boarding House Activities in Pontianak City. *Journal of Tropical Environmental Engineering*, 5(1).
- Preisner, W. F. E., Hardy, A. E., & Schramm, U. (2017). Building performance evaluation: From delivery process to life cycle phases. *Building Performance Evaluation: From Delivery Process to Life Cycle Phases*, 1-318. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-56862-1>
- Ratih Gita Astari. (2012). *Carbon Footprint Study of Residential Activities in Pademangan District, North Jakarta Municipality*. University of Indonesia.
- Zahara, Q. I., Puspitasari, P., & Kridarso, E. R. (2016). *Active Energy Use Efficiency: The Case of Lung Hospital Building*. 1-23.
- Ziama, J. A., & Li, B. (2018). Residents Post-Occupancy Evaluation of Social Housing in Liberia. In *Journal of Building Construction and Planning Research* (Vol. 6, Issue 1, pp. 1-22). Scientific



UNIVERSITAS TRISAKTI

LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
INSTITUTION OF RESEARCH AND COMMUNITY SERVICES - UNIVERSITAS TRISAKTI
Kampus A - Jl. Kyai Tapa No.1 - Grogol - Jakarta Barat 11440 - Indonesia
Telp. : +62-21-5663232 Ext. 8141
Fax : +62-21-5684021

E-mail : lpdm@trisakti.ac.id
Website : <https://lpdm.trisakti.ac.id>

APPROVAL LETTER OF TRISAKTI UNIVERSITY'S FOREIGN RESEARCH GRANT PROGRAM

No: 035/A/LPMP-P/USAKTI/1/2024

The undersigned party:

I. Name : Prof. Dr. Ir. Astri Rinanti, M.T., IPM., ASEAN Eng.
ID Number : 0308097001
Position : Director of Research and Community Service
Institute, Universitas Trisakti
Address : Jalan Kyai Tapa No. 1, Grogol, West Jakarta, Indonesia.

is the FIRST PARTY fully authorized to administer the Overseas Collabe Grant Program.

II. Name : Assoc. Prof. Dr. Ir. Popi Puspitasari, MT.
ID Number : 0301126502
Position : Lecturer, Researcher
Field of Expertise : History of Architectural Criticism Theory, specifically, in the area of Architecture and Environmental Behavior.
Institution : Doctor of Architecture Study Program, Faculty of Civil Engineering and Planning, Universitas Trisakti
Address : Jalan Kyai Tapa No. 1, Grogol, West Jakarta, Indonesia.

is a Research Lecturer proposing an Overseas Collaboration Research proposal, hereinafter referred to as THE SECOND PARTY.

The highly competent team responsible for this project comprises the following distinguished members. The research project entitled 'ASEAN Post-Occupancy Evaluation and Space Utilization Model from a Sustainable Development Perspective', is a testament to our expertise and commitment to excellence.



UNIVERSITAS TRISAKTI

LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
INSTITUTION OF RESEARCH AND COMMUNITY SERVICES - UNIVERSITAS TRISAKTI
Kampus A - Jl. Kyai Tapa No.1 - Grogol - Jakarta Barat 11440 - Indonesia
Telp. : +62-21-5663232 Ext. 8141
Fax : +62-21-5684021

E-mail : lpdm@trisakti.ac.id
Website : <https://lpdm.trisakti.ac.id>

1. Name : Prof. Dr.-Ing., Ir. Masgara Dedes Nugandaram Wibawa, M.S.A.,
ID Number : 0330096103
Field of Expertise : Urban and Housing Settlement Design
Institution : Doctor of Architecture Study Program, Faculty of Civil Engineering and Planning, Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia.

2. Name : Ir. Khotijah Laili, M.T.
ID Number : 0322126205
Field of Expertise : Energy Efficiency
Institution : Architecture Undergraduate Study Program, Faculty of Civil Engineering and Planning, Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia.

3. Name : Assoc. Prof. Dra. Agustin Rebecca Lakawa, M.S., Ph.D.
ID Number : 0100086302
Field of Expertise : Language and Culture
Institution : Architecture Undergraduate Study Program, Faculty of Civil Engineering and Planning, Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia.

4. Name : Ratlis, S.T., M.T.
ID Number : 0304089202
Field of Expertise : Construction Management
Institution : Civil Engineering Undergraduate Study Program, Faculty of Civil Engineering and Planning, Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia.

5. Name : Asst. Prof. Ts. Sr Dr. Nadzirah HJ. Zamrodin
ID Number : 40633
Field of Expertise : Sustainable Development
Institution : School of Architecture and Built Environment, Faculty of Engineering, Technology & Built Environment, UCSI University, Kuala Lumpur Malaysia.



UNIVERSITAS TRISAKTI

LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
INSTITUTION OF RESEARCH AND COMMUNITY SERVICES - UNIVERSITAS TRISAKTI
Kampus A - Jl. Kyai Tapa No.1 - Grogol - Jakarta Barat 11440 - Indonesia
Telp. : +62-21-5663232 Ext. 8141
Fax : +62-21-5684021

E-mail : lpdm@trisakti.ac.id
Website : <https://lpdm.trisakti.ac.id>

6. Name : Ts. Sr. Khoo Sui Lai
ID Number : 40780
Field of Expertise : Building in Construction in Economics
Institution : School of Architecture and Built Environment, Faculty of Engineering, Technology & Built Environment, UCSI University, Kuala Lumpur, Malaysia.

7. Name : Dr. Norshakila Binti Muhamad Rawai
ID Number : 41097
Field of Expertise : Civil Engineering
Institution : School of Architecture and Built Environment, Faculty of Engineering, Technology & Built Environment, UCSI University, Kuala Lumpur, Malaysia.

8. Name : Irna Nursyafina Rosdi
ID Number : 41107
Field of Expertise : Project Management
Institution : School of Architecture and Built Environment, Faculty of Engineering, Technology & Built Environment, UCSI University, Kuala Lumpur, Malaysia.

9. Name : Asst. Prof. Dr. Allen Lau Khin Kiet
ID Number : 40789
Field of Expertise : Renewable Energy
Institution : School of Architecture and Built Environment, Faculty of Engineering, Technology & Built Environment, UCSI University, Kuala Lumpur, Malaysia.

10. Name : Ts. Chan Chiew Chun
ID Number : 40299
Field of Expertise : Community Architecture & Design
Institution : School of Architecture and Built Environment, Faculty of Engineering, Technology & Built Environment, UCSI University, Kuala Lumpur, Malaysia.



UNIVERSITAS TRISAKTI

LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
INSTITUTION OF RESEARCH AND COMMUNITY SERVICES - UNIVERSITAS TRISAKTI
Kampus A - Jl. Kyai Tapa No.1 - Grogol - Jakarta Barat 11440 - Indonesia
Telp. : +62-21-5663232 Ext. 8141
Fax : +62-21-5684021

E-mail : lpdm@trisakti.ac.id
Website : <https://lpdm.trisakti.ac.id>

11. Name : Audrey Shakira Mahalia
Student ID Number : 052002000057
Field of Expertise : Student of Architecture Undergraduate Study Program
Institution : Architecture Undergraduate Study Program, Faculty of Civil Engineering and Planning, Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia.

12. Name : Restu Wicaksono
NIM : 052002000052
Field of Expertise : Student of Architecture Undergraduate Study Program
Institution : Architecture Undergraduate Study Program, Faculty of Civil Engineering and Planning, Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia.

For the purposes of this approval letter, the following must be explained:

- That the research grant funds will be distributed by the FIRST PARTY through the Overseas Research Grant Programme with the aim of expanding the collaborative network of research activities and increasing the recognition of Trisakti University researchers internationally, particularly in developed countries. In accordance with the Trisakti University Research Activity Guidelines (June 2021, CHAPTER 6), the maximum grant amount is IDR. 40,000,000,-.
- That the lecturer in question, as the SECOND PARTY, is a member of the Doctor of Architecture Study Program who has submitted a research proposal through the Overseas Research Grant Scheme at SIMPPM Trisakti University for the academic year 2023-2024.



UNIVERSITAS TRISAKTI

LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
INSTITUTION OF RESEARCH AND COMMUNITY SERVICES - UNIVERSITAS TRISAKTI
Kampus A - Jl. Kyai Tapa No.1 - Grogol - Jakarta Barat 11440 - Indonesia
Telp. : +62-21-5663232 Ext. 8141
Fax : +62-21-5684021

E-mail : lpdm@trisakti.ac.id
Website : <https://lpdm.trisakti.ac.id>

By this letter, the FIRST PARTY declares to **AGREE/DISAGREE** with the proposed Collaborative Research between the Faculty of Civil Engineering and Planning, Trisakti University, Jakarta, Indonesia, and the Faculty of Engineering, Technology & Built Environment, UCSI University, Kuala Lumpur, Malaysia. In addition, the FIRST PARTY has approved the distribution of research grant funds in the amount of **IDR. 40,000,000,-** (Forty Million Rupiah) in accordance with the applicable terms and conditions.

Jakarta, January 24 2024,
Head of Researcher Team,

Director of the Institute
for Research and Community Service,

(Assoc. Prof. Dr. Ir. Popi Puspitasari, MT.)

(Prof. Dr. Ir. Astri Rinanti, M.T., IPM., ASEAN Eng.)