



E-ISSN: 3025-4698
P-ISSN: 3046-8582

Jurnal Pembangunan Kota Tangerang

Jurnal Pembangunan Kota Tangerang I Vol. 3 I No. 2 I Hal. 81 - 181 I Tahun 2025 I P-ISSN:3046-8582



Diterbitkan oleh:
Bappeda Kota Tangerang

PENGANTAR REDAKSI

Assalamu ‘alaikum wr. wb.

Puji syukur kita panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga Jurnal Pembangunan Kota Tangerang (JPKT) Volume 3 Nomor 2 ini dapat hadir ke hadapan para pembaca. Penerbitan edisi ini merupakan wujud komitmen kami untuk terus menyajikan gagasan-gagasan segar dan inovatif yang dapat mendorong percepatan pembangunan Kota Tangerang.. Edisi ini menghadirkan beragam gagasan, hasil pemikiran, serta inovasi yang berasal dari para peserta Lomba Karya Tulis Inovatif (LKTI) yang diselenggarakan oleh Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (Bappeda) Kota Tangerang pada tanggal 2 September s.d. 3 November 2025.

Naskah-naskah yang tersaji dalam edisi ini merupakan representasi pemikiran kreatif dan solusi konstruktif dari berbagai kalangan, yang secara umum mencakup empat bidang strategis pembangunan daerah, yaitu: Ekonomi, Pemerintahan, Sosial, serta Sarana dan Prasarana. Setiap artikel membawa perspektif baru yang diharapkan dapat menjadi rujukan akademis sekaligus inspirasi dalam proses perencanaan dan pengambilan kebijakan pembangunan di Kota Tangerang.

Kami menyampaikan apresiasi setinggi-tingginya kepada seluruh peserta LKTI, tim penilai, mitra bestari, serta semua pihak yang telah berkontribusi dalam penyusunan dan penerbitan jurnal ini. Semoga hadirnya JPKT Volume 3 Nomor 2 dapat memberikan manfaat yang luas, memperkaya wacana pembangunan, serta mendorong tumbuhnya inovasi berkelanjutan di Kota Tangerang, serta sebagai upaya mendukung visi Kota Tangerang sebagai Kota yang Kolaboratif, Maju, Berkelanjutan, Sejahtera, dan Berakhlakul Karimah.

Akhir kata, kami berharap jurnal ini dapat menjadi salah satu media pengetahuan yang terus berkembang dan memberikan kontribusi nyata bagi masyarakat, akademisi, dan pemangku kepentingan pembangunan daerah.

Selamat membaca dan semoga bermanfaat.

Wassalamu ‘alaikum wr. wb.

KEPALA BAPPEDA KOTA TANGERANG



Dr. Hj. Yeti Rohaeti, AP., M.Si.

NIP. 19740807 199403 2 004



Daftar Isi (Table of Content) Vol 3. No.2

1	RESKILLING DAN UPSKILLING TENAGA KERJA: MENYIAPKAN SDM KOTA TANGERANG DALAM REVOLUSI INDUSTRI 4.0 --Eko Sudarmanto--	81 - 96
2	ANALISIS LITERASI KEUANGAN TERHADAP AKSES PEMBIAYAAN DAN PERTUMBUHAN UMKM DI KOTA TANGERANG --Metta Susanti, Aldi Samara, Rina Sulistiyowati--	97 - 107
3	KAJIAN KEAMANAN DATA PENGGUNA DALAM APLIKASI TANGERANG LIVE: PERSPEKTIF REGULASI DAN TEKNOLOGI DALAM PEMERINTAHAN DIGITAL --Rachmat Gustiana--	108 - 116
4	TRANSFORMASI SMART GOVERNANCE KOTA TANGERANG MELALUI INOVASI "E-MONEVI PLUS": INTEGRASI BIG DATA, AI, DAN PARTISIPASI PUBLIK --Mahpudin--	117 - 136
5	SI KERUK: SISTEM IOT SAMPAH TERAPUNG DAN KUALITAS SUNGAI UNTUK MITIGASI BANJIR TANGERANG --Dian Friantoro, Jihan--	137 - 148
6	INTEGRASI SMART DRAINAGE & SISTEM PERINGATAN BANJIR DINI BERBASIS IOT KOTA TANGERANG --Oleh Soleh, Ignatius Agus Supriyono, Diva Syabina Putri--	149 - 158
7	FLASHCARD QR: INOVASI DIGITAL ATASI LEARNING LOSS DISABILITAS TUNAGRAHITA Mendukung Program Gampang Sekolah -- Ferawati--	159 - 169
8	"SMART KAMPUNG BATIK DIGITAL": TRANSFORMASI SOSIAL, KUALITAS HIDUP DAN KESETARAAN GENDER DI KOTA TANGERANG -- Intan Sari Ramdhani, Ario M. Iqbal Trengginas, Sumiyani--	170 - 181

INTEGRASI SMART DRAINAGE & SISTEM PERINGATAN BANJIR DINI BERBASIS IOT KOTA TANGERANG

IOT-BASED INTEGRATION OF SMART DRAINAGE AND FLOOD EARLY WARNING IN TANGERANG CITY

Oleh Soleh¹ Ignatius Agus Supriyono² Diva Syabina Putri³

¹²³Universitas Raharja

Jl. Jenderal Sudirman No.40, Cikokol, Kec. Tangerang, Kota Tangerang, Banten 15117

Abstrak

Banjir merupakan permasalahan tahunan yang signifikan di Kota Tangerang, khususnya di Kelurahan Petir, Kecamatan Cipondoh. Kondisi drainase konvensional yang bersifat pasif terbukti tidak mampu mengantisipasi curah hujan ekstrem maupun luapan Kali Angke, sehingga menimbulkan kerugian material, gangguan aktivitas sosial, dan risiko kesehatan bagi warga. Untuk menjawab tantangan tersebut, penelitian ini menawarkan model Smart Drainage berbasis Internet of Things (IoT) sebagai solusi inovatif yang mengintegrasikan infrastruktur fisik dengan teknologi digital. Metode yang digunakan adalah deskriptif kualitatif, dengan lokus penelitian di Kelurahan Petir. Data diperoleh melalui observasi lapangan, laporan BPBD, dan literatur akademik. Framework inovasi mencakup enam komponen utama: sensor IoT water level, rain gauge digital, rate-of-rise detection, pompa otomatis, katup anti balik, dan sistem peringatan dini melalui sirene RT/RW, WhatsApp Gateway, serta integrasi dengan aplikasi Tangerang LIVE. Hasil pembahasan menunjukkan bahwa model ini mampu meningkatkan sensitivitas terhadap banjir mendadak, memberikan lead time evakuasi 10-15 menit, serta memperkuat sistem mitigasi berbasis komunitas. Inovasi ini sejalan dengan SDGs (6, 9, 11, 13), mendukung Asta Cita 2 dan 3, serta konsisten dengan Visi Kota Tangerang 2025-2029. Kesimpulannya, implementasi pilot project di Kelurahan Petir dapat menjadi langkah strategis yang potensial untuk direplikasi ke wilayah rawan banjir lain seperti Ciledug, Benda, dan Karawaci.

Kata kunci: Smart Drainage, Internet of Things (IoT), Peringatan Dini Banjir, Kota Tangerang, Mitigasi Bencana

Abstract

Flooding has become a recurring issue in Tangerang City, particularly in Petir Subdistrict, Cipondoh. Conventional drainage systems, which are passive in nature, have proven inadequate in addressing extreme rainfall and overflow from the Angke River, leading to material losses, disruption of social activities, and health risks for residents. To address these challenges, this study proposes an innovative IoT-based Smart Drainage model, integrating physical infrastructure with digital technology. The study employs a qualitative descriptive method, with the research locus in Petir Subdistrict. Data were collected through field observations, official reports from the Regional Disaster Management Agency (BPBD), and academic literature. The innovation framework consists of six main components: IoT water level sensors, digital rain gauges, rate-of-rise detection, automatic pumps, one-way valves, and an early warning system delivered through community sirens, WhatsApp Gateway, and integration with the official Tangerang LIVE application. Findings indicate that the proposed model improves sensitivity to sudden flash floods, provides a 10-15 minute lead time for evacuation, and strengthens community-based disaster mitigation. This innovation aligns with SDGs (6, 9, 11, 13), supports Asta Cita 2 and 3, and is consistent with the Vision of Tangerang City 2025-2029. In conclusion, implementing a pilot project in Petir Subdistrict is a strategic step with strong potential for replication in other flood-prone areas such as Ciledug, Benda, and Karawaci.

Keywords: Smart Drainage, Internet of Things (IoT), Flood Early Warning, Tangerang City, Disaster Mitigation.

Email:

¹oleh.soleh@raharja.info,

²Ignatiusaguss@gmail.com,

³divasyabinap@gmail.com

Cite This Article:

Soleh, O., Supriyono, Ignatius A., Putri, Diva S (2025). Integrasi Smart Drainage & Sistem Peringatan Banjir Dini Berbasis IOT Kota Tangerang. Jurnal Pembangunan Kota Tangerang, 3(2), 149–158.



Copyright (c) 2025 Jurnal Pembangunan Kota Tangerang. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0

1. PENDAHULUAN

Banjir merupakan masalah kronis yang mempengaruhi kondisi sosial, ekonomi, dan lingkungan masyarakat. Di Kota Tangerang, terutama di kawasan padat penduduk seperti Kelurahan Petir, Kecamatan Cipondoh. Hal ini disebabkan Sungai Cipondoh yang melewati Kecamatan Cipondoh hingga Batu Ceper, analisis *hidrolika* menunjukkan bahwa sungai tidak dapat menampung debit air pada kala ulang 2 tahun, menyebabkan luapan air setinggi 3,8 meter (Syafullah Fattah et al., 2023). Hujan deras dan luapan kali sering memicu genangan yang merendam rumah warga. Pada 29 Agustus 2025, Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kota Tangerang mencatat RW 07 Petir terendam banjir hingga 1 meter akibat luapan hulu Kali Angke (*Bantenpos*, 2025). Sementara itu, BPBD Provinsi Banten melaporkan pada 7 Juli 2025 bahwa sebagian wilayah Cipondoh masih terdampak banjir dengan ketinggian mencapai 80 cm (*Detiknews*, 2025). Tidak hanya itu, puluhan warga Candulan, Kelurahan Petir, terpaksa bertahan di pengungsian pada Mei 2025 setelah banjir merendam pemukiman mereka (*Asaterkini*, 2025). Kondisi ini diperparah dengan adanya genangan di Cantiga Candulan yang membutuhkan pelayanan kesehatan darurat bagi warga terdampak (*Dinkes Kota Tangerang*, 2025).

Kejadian-kejadian tersebut menegaskan bahwa banjir di Cipondoh-Petir bukanlah peristiwa *sporadis*, melainkan fenomena tahunan yang berdampak luas terhadap sosial, ekonomi, kesehatan, dan pendidikan masyarakat. Drainase konvensional terbukti tidak mampu merespons lonjakan debit air secara cepat. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan baru yang mampu mengintegrasikan infrastruktur fisik (*drainase*, sumur resapan, katup anti balik) dengan teknologi digital (*Internet of Things*/IoT, *rate-of-rise detection*, dan sistem peringatan dini) agar masyarakat memiliki waktu jeda (*lead time*) untuk evakuasi barang dan keselamatan jiwa. Konsep *smart drainage* berbasis IoT inilah yang ditawarkan sebagai solusi inovatif dalam mengatasi tantangan banjir perkotaan (Alfieri et al., 2015).

1.1. Keterkaitan dengan SDGs, Asta Cita, dan Visi Kota Tangerang

Gagasan integrasi *smart drainage* berbasis IoT selaras dengan agenda global *Sustainable Development Goals* (SDGs). Pertama, SDG 6 (Air Bersih dan Sanitasi) menekankan pentingnya infrastruktur air yang aman dan berkelanjutan. Kedua, SDG 9 (Industri, Inovasi, dan Infrastruktur) menuntut penerapan teknologi modern dalam pembangunan perkotaan. Ketiga, SDG 11 (Kota dan Komunitas Berkelanjutan) menekankan pembangunan kota yang tangguh terhadap bencana. Keempat, SDG 13 (Aksi Iklim) relevan dengan adaptasi terhadap curah hujan ekstrem yang memicu banjir perkotaan.

Selain itu, secara nasional, gagasan ini mendukung Asta Cita 2 (Pengelolaan Lingkungan Berkelanjutan) melalui penerapan teknologi ramah lingkungan, serta Asta Cita 3 (Peningkatan Tata Kelola Pemerintahan) melalui penguatan pengelolaan risiko bencana berbasis data. Pada tingkat daerah, solusi ini konsisten dengan Visi Kota Tangerang 2025-2029, yaitu “Kota Tangerang yang kolaboratif, maju, berkelanjutan, sejahtera, dan berakhlakul karimah”.

1.2. Rumusan masalah dalam penelitian/gagasan ini adalah:

Bagaimana integrasi infrastruktur fisik (*drainase*, sumur resapan, katup anti balik) dengan teknologi digital (IoT *water level*, *rate-of-rise detection*, dan sistem peringatan dini) dapat mengurangi risiko banjir secara efektif di wilayah rawan seperti Kelurahan Petir, Kecamatan Cipondoh, Kota Tangerang?

1.3. Tujuan penelitian/gagasan ini adalah:

- Merancang model *smart drainage* berbasis IoT yang dapat diterapkan di wilayah rawan banjir.
- Memberikan rekomendasi kebijakan berbasis teknologi untuk mitigasi banjir perkotaan.
- Mendukung pencapaian SDGs, Asta Cita, dan visi pembangunan Kota Tangerang melalui solusi inovatif dan aplikatif.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Drainase konvensional di perkotaan umumnya dirancang untuk mengalirkan air hujan ke sungai atau kanal, namun kapasitasnya sering tidak mampu menampung debit tinggi akibat curah hujan ekstrem dan perubahan tata guna lahan. Sistem ini biasanya bersifat pasif dan

reaktif, sehingga banjir sering terjadi ketika saluran tersumbat atau meluap. Penelitian menunjukkan bahwa kerentanan banjir perkotaan meningkat seiring dengan urbanisasi yang cepat, perubahan iklim, dan lemahnya pengelolaan infrastruktur (Douglas et al., 2008).

Sebagai respons, berbagai inovasi dikembangkan untuk meningkatkan efisiensi pengendalian banjir. Salah satunya adalah konsep smart drainage yang memanfaatkan teknologi digital untuk pemantauan dan respons cepat. *Internet of Things* (IoT) memungkinkan pemasangan sensor muka air, intensitas hujan, dan arus *drainase* secara *real-time*. Data ini kemudian dianalisis untuk memberikan peringatan dini (*early warning system*) sebelum banjir mencapai pemukiman warga. Studi di Singapura menunjukkan bahwa penerapan sensor IoT dan sistem prediksi berbasis data mampu mengurangi risiko banjir perkotaan secara signifikan (McKinsey & Company, 2018).

Di Indonesia, upaya serupa masih terbatas pada sistem peringatan banjir skala besar di sungai atau waduk, sementara di kawasan permukiman padat seperti Kelurahan Petir - Cipondoh, sistem berbasis komunitas belum berkembang. Sistem peringatan banjir Jakarta, misalnya, menggunakan data curah hujan dan ketinggian air sungai yang ditampilkan dalam aplikasi resmi pemerintah, tetapi belum terintegrasi hingga tingkat *drainase* lingkungan (Zhang, H., Wang, G., & Liu, 2021).

Selain itu, pendekatan *green infrastructure* seperti sumur resapan, kolam retensi, dan biopori juga direkomendasikan untuk memperlambat limpasan permukaan. Kombinasi antara infrastruktur hijau dan digital atau yang disebut *hybrid smart drainage* dinilai sebagai solusi paling efektif menghadapi banjir perkotaan (Zhu et al., 2025). Namun, literatur juga menekankan pentingnya *rate-of-rise detection* dalam sistem sensor, karena banjir perkotaan seringkali terjadi secara mendadak sehingga deteksi ketinggian air saja tidak cukup (Real Academia de la Lengua, 2024).

Dari berbagai studi tersebut, dapat disimpulkan bahwa meskipun teknologi IoT dan sistem peringatan banjir telah diterapkan di beberapa kota, penerapannya di tingkat komunitas perumahan di Kota Tangerang masih minim. Hal ini membuka ruang bagi penelitian dan inovasi dalam bentuk integrasi *smart drainage* berbasis IoT yang tidak hanya mendeteksi banjir, tetapi juga memberikan *lead time* yang cukup bagi warga untuk melakukan evakuasi.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif untuk menganalisis permasalahan banjir di Kelurahan Petir, Kecamatan Cipondoh, Kota Tangerang. Pemilihan metode ini didasarkan pada tujuan penelitian yang berorientasi pada penggambaran fenomena lapangan secara komprehensif, tanpa manipulasi variabel, serta berfokus pada interpretasi dan pemaknaan terhadap data (Mackiewicz, 2018). Pendekatan deskriptif kualitatif memungkinkan peneliti untuk mengidentifikasi kondisi eksisting sistem *drainase*, kerentanan masyarakat, serta potensi penerapan *smart drainage* berbasis *Internet of Things* (IoT) di wilayah penelitian.

3.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini adalah Kelurahan Petir, Kecamatan Cipondoh, yang telah berulang kali dilaporkan sebagai salah satu kawasan rawan banjir di Kota Tangerang. Data BPBD Kota Tangerang (Amananti, 2024) menunjukkan bahwa wilayah ini, khususnya RW 07, tergenang banjir hingga ketinggian 1 meter akibat luapan Kali Angke. Selain itu, media lokal juga mengonfirmasi bahwa perumahan Griya Permata dan Kampung Candulan sering terdampak genangan signifikan hingga memaksa warga mengungsi (Asaterkini, 2025). Lokus ini dipilih karena karakteristiknya merepresentasikan kompleksitas banjir perkotaan: kepadatan penduduk tinggi, sistem *drainase* terbatas, dan kedekatan dengan aliran sungai utama.

3.2. Sumber Data

Data penelitian diperoleh dari tiga sumber utama:

- Observasi lapangan, meliputi identifikasi titik genangan, kondisi saluran *drainase*, dan pola pemukiman di Kelurahan Petir.
- Dokumentasi resmi, terutama laporan Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kota Tangerang dan Provinsi Banten terkait peristiwa banjir tahun 2025.
- Literatur akademik, berupa artikel jurnal, buku, dan penelitian terdahulu mengenai konsep *smart drainage*, IoT dalam mitigasi banjir, serta strategi adaptasi perkotaan (Alfieri et al., 2015).

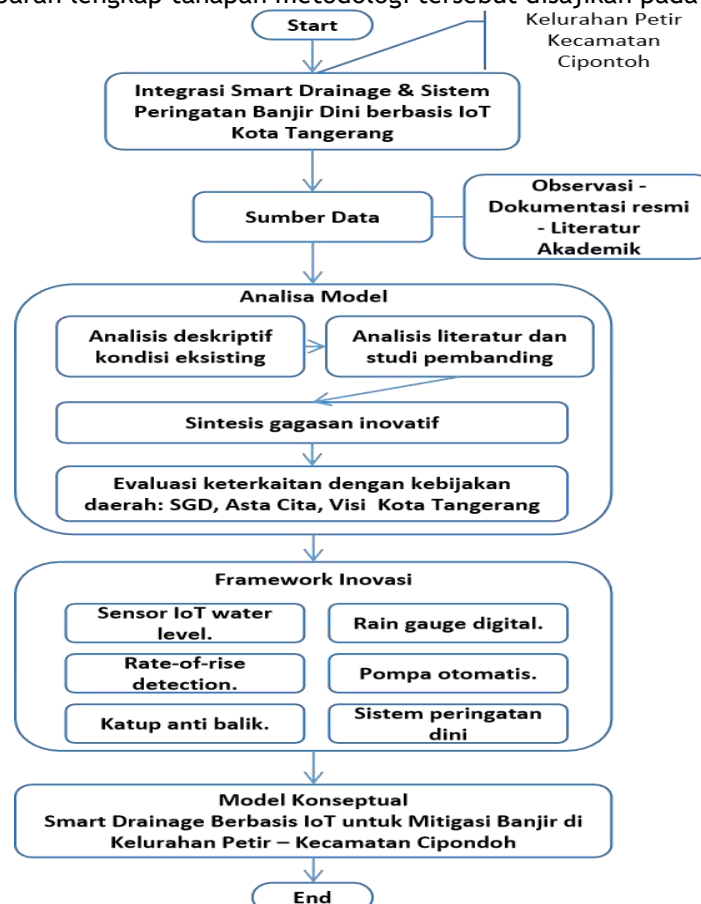
Penggunaan berbagai sumber data bertujuan untuk menghasilkan triangulasi, sehingga hasil analisis lebih reliabel dan representatif (Rominiyi, 2017b).

3.3. Metode Analisis

Analisis dilakukan dengan cara membandingkan kondisi eksisting sistem drainase di Kelurahan Petir dengan model inovatif *smart drainage*. Langkah-langkah analisis meliputi:

- Analisis deskriptif kondisi eksisting: mengkaji kapasitas *drainase*, titik genangan, dan respons warga berdasarkan observasi lapangan serta laporan BPBD.
- Analisis literatur dan studi pembandingan: mengkaji praktik terbaik penerapan IoT dalam sistem pengendalian banjir di kota lain, misalnya Singapura dan Jakarta (Zhang, H., Wang, G., & Liu, 2021).
- Sintesis gagasan inovatif: merumuskan integrasi infrastruktur fisik (*drainase*, sumur resapan, katup anti balik) dengan teknologi digital (*IoT water level*, *rate-of-rise detection*, sistem peringatan dini).
- Evaluasi keterkaitan dengan kebijakan daerah: menilai konsistensi gagasan dengan SDGs, Asta Cita, dan Visi Kota Tangerang 2025-2029.

Metode ini dipilih karena memberikan fleksibilitas dalam menggabungkan data empiris dan literatur untuk menghasilkan solusi aplikatif. Sebagaimana disampaikan oleh (Rominiyi, 2017a), pendekatan deskriptif kualitatif efektif digunakan untuk menghubungkan fenomena lokal dengan kerangka teoretis global dalam konteks pembangunan perkotaan berkelanjutan. Untuk memperjelas alur penelitian, kerangka metodologi ini dirangkum dalam sebuah *flow diagram*. Diagram tersebut menggambarkan tahapan penelitian yang dimulai dari penetapan lokasi penelitian di Kelurahan Petir - Cipondoh, pengumpulan data melalui observasi lapangan, laporan BPBD, dan literatur akademik, hingga analisis deskriptif kualitatif. Selanjutnya, hasil analisis dikembangkan menjadi sintesis gagasan inovatif berupa integrasi *smart drainage* berbasis IoT. Tahap terakhir adalah mengevaluasi keterkaitan gagasan dengan SDGs, Asta Cita, serta Visi Kota Tangerang 2025-2029, sehingga menghasilkan model konseptual *smart drainage* yang aplikatif. Gambaran lengkap tahapan metodologi tersebut disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Flow Metodologi dan Pendekatan Penelitian Integrasi *Smart Drainage* Berbasis IoT

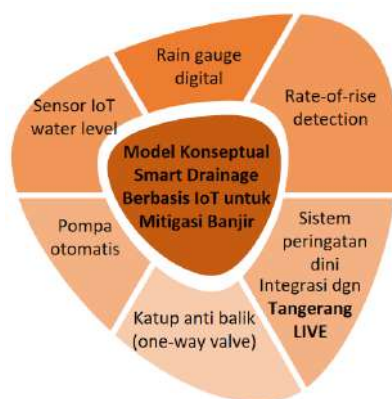
4. *Frame Inovasi*

Framework inovasi yang ditawarkan dalam penelitian ini dirancang untuk menjawab tantangan banjir perkotaan di Kelurahan Petir - Cipondoh melalui integrasi infrastruktur fisik dan teknologi digital. Kerangka ini terdiri dari enam komponen utama yang saling mendukung:

1. **Sensor IoT *water level***
Memantau ketinggian air secara *real-time* di saluran *drainase* utama dan titik masuk perumahan, meningkatkan akurasi deteksi.
2. ***Rain gauge* digital**
Mengukur intensitas curah hujan lokal secara *real-time* untuk memperkirakan risiko banjir, yang merupakan elemen penting dalam manajemen banjir modern.
3. ***Rate-of-rise detection***
Algoritma yang mendeteksi kecepatan kenaikan air per menit untuk mengantisipasi *flash rise*, sehingga warga memperoleh *lead time* evakuasi yang memadai.
4. **Pompa otomatis**
Diaktifkan secara mekanis ketika sensor mendeteksi ketinggian air melampaui ambang batas kritis, efektif menekan kerugian ekonomi akibat genangan.
5. **Katup anti balik (*one-way valve*)**
Komponen pasif yang dipasang pada saluran rumah tangga untuk mencegah aliran balik dari *drainase*, meminimalkan kerusakan aset rumah tangga.
6. **Sistem peringatan dini**
Mengintegrasikan data sensor ke sirene RT/RW, notifikasi *WhatsApp Gateway*, dan aplikasi Tangerang LIVE, di mana efektivitasnya bergantung pada kecepatan penyebaran dan keterlibatan komunitas.

Secara keseluruhan, kerangka inovasi ini bukan hanya memperkenalkan teknologi baru, tetapi juga menawarkan pendekatan kolaboratif yang selaras dengan program *Smart City* Kota Tangerang. Kombinasi fisik pasif (katup, pompa, resapan) dan digital aktif (IoT, peringatan dini) menjadikan *framework* ini unik serta aplikatif dalam konteks pembangunan berkelanjutan.

Setelah uraian detail mengenai enam komponen inovasi, kerangka konseptual ini divisualisasikan dalam bentuk diagram. Gambar 2 menampilkan hubungan antar komponen-komponen sensor IoT *water level*, *rain gauge* digital, *rate-of-rise detection*, pompa otomatis, katup anti balik, dan sistem peringatan dini yang secara keseluruhan terintegrasi untuk menghasilkan Model *Smart Drainage* berbasis IoT bagi mitigasi banjir di Kota Tangerang. Visualisasi ini membantu memberikan gambaran ringkas mengenai alur kerja dan keterkaitan antar elemen dalam *framework* inovasi.



Gambar 2. *Framework* Inovasi *Smart Drainage* Berbasis IoT untuk Mitigasi Banjir di Kota Tangerang

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi eksisting di Kelurahan Petir, Kecamatan Cipondoh, menunjukkan bahwa banjir masih menjadi persoalan tahunan yang signifikan. Infrastruktur drainase konvensional yang ada belum mampu menahan debit air berlebih ketika terjadi hujan deras maupun luapan Kali Angke. Laporan terbaru BPBD Kota Tangerang (2025) menyebutkan bahwa banjir di RW 07 Petir mencapai ketinggian hingga 1 meter, sementara beberapa kawasan lain seperti Kampung Candulan dan Griya Permata juga mengalami genangan yang memaksa warga mengungsi (Bantenpos, 2025). Fakta ini menegaskan adanya kesenjangan antara kebutuhan masyarakat dan kapasitas sistem *drainase* yang tersedia saat ini.

Dalam konteks tersebut, Gambar 2 menampilkan kerangka inovasi *Smart Drainage* berbasis IoT yang dirancang sebagai jawaban atas kelemahan sistem eksisting. *Framework* ini mengintegrasikan teknologi sensor, perangkat mekanik otomatis, dan sistem peringatan dini untuk menciptakan model pengelolaan banjir yang lebih proaktif dan tanggap. Integrasi ini sangat relevan untuk wilayah seperti Petir - Cipondoh, di mana banjir sering terjadi mendadak (*flash rise*) dan warga membutuhkan waktu jeda (*lead time*) untuk evakuasi.

Dengan menghubungkan kondisi nyata di lapangan dengan model inovasi pada Gambar 2, penelitian ini berupaya menunjukkan bahwa penerapan smart drainage berbasis IoT tidak hanya meningkatkan efisiensi teknis, tetapi juga memperkuat ketangguhan sosial-ekonomi masyarakat dalam menghadapi bencana banjir perkotaan.

4.1. Kondisi Saat ini

Kondisi eksisting di Kelurahan Petir, Kecamatan Cipondoh, menunjukkan bahwa banjir masih menjadi persoalan tahunan yang signifikan. Laporan BPBD Kota Tangerang (2025) menyebutkan banjir di RW 07 Petir mencapai ketinggian hingga 1 meter, sementara kawasan lain seperti Kampung Candulan dan Griya Permata juga mengalami genangan yang memaksa warga mengungsi. BPBD Provinsi Banten bahkan mencatat wilayah Cipondoh terdampak banjir 80 cm, dengan dampak sosial berupa gangguan ekonomi, kerugian material, dan risiko kesehatan.

Secara infrastruktur, sistem drainase yang ada bersifat konvensional dan pasif. Saluran air masih mengandalkan penanganan reaktif (pengerahan pompa *portable* dan normalisasi setelah banjir), yang tidak mampu merespons lonjakan debit air secara cepat. Kesenjangan inilah yang menegaskan perlunya transformasi dari model pengelolaan reaktif menuju model *Smart Drainage* yang proaktif.

4.2. Desain *Smart Drainage*

Desain *Smart Drainage* berbasis IoT dirumuskan untuk menjawab keterbatasan sistem pasif di Cipondoh-Petir, dengan mengintegrasikan teknologi dan kolaborasi.

1. Penempatan Sensor dan Pompa

- Sensor IoT *Water Level* dan *Rain Gauge* Digital ditempatkan di titik strategis (saluran utama dan perumahan) untuk memantau ketinggian air dan intensitas hujan secara *real-time*.
- Pompa Otomatis dipasang di titik rendah rawan genangan dan diaktifkan secara otomatis ketika sensor mendeteksi ambang kritis, efektif menekan kerugian.
- Katup Anti Balik (*One-Way Valve*) dipasang pada saluran rumah tangga sebagai lapisan perlindungan pasif terhadap aliran balik.

2. Sistem Integrasi *Early Warning*

Data sensor diolah menjadi peringatan berbasis dua parameter: ketinggian air *absolut* dan laju kenaikan air (*rate-of-rise*). Peringatan disebarkan melalui sirene RT/RW, notifikasi *WhatsApp Gateway*, dan diintegrasikan dengan aplikasi Tangerang LIVE.

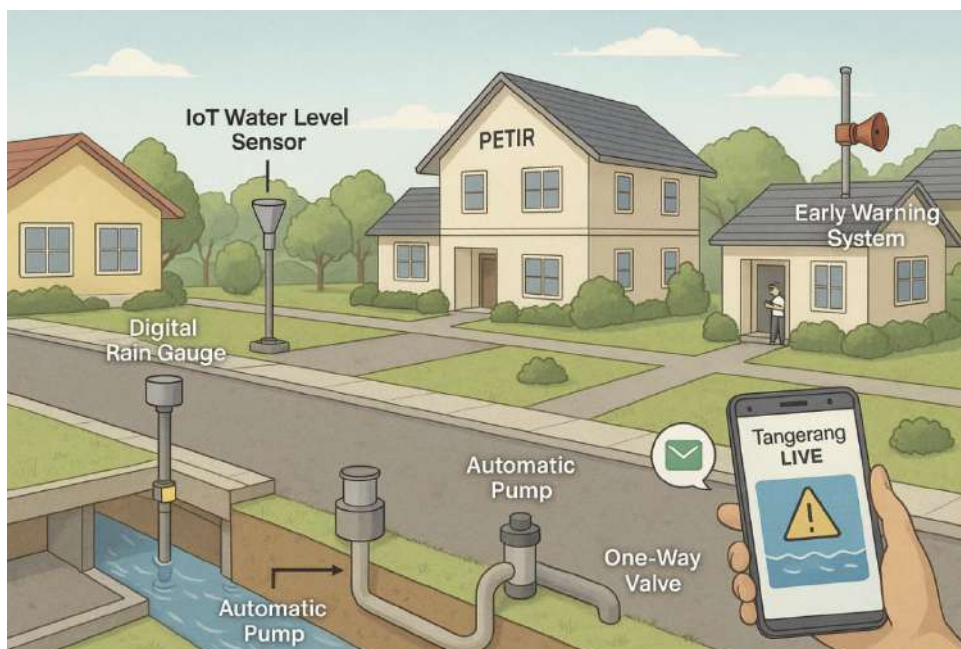
3. Kolaborasi *Pentahelix*

Desain *smart drainage* ini juga dibangun dengan pendekatan *pentahelix collaboration*, yaitu melibatkan lima aktor utama:

- Pemerintah Kota melalui BPBD dan Dinas PUPR sebagai pengelola infrastruktur dan penyedia regulasi.
- RT/RW sebagai aktor lokal yang bertugas menjaga sensor, mengaktifkan *sirene*, dan mengedukasi warga.
- Masyarakat sebagai pengguna langsung sistem yang dilatih untuk merespons peringatan dini.
- Akademisi untuk mendukung riset, pengembangan *algoritme* prediksi, dan evaluasi efektivitas.
- Sektor swasta untuk penyediaan teknologi IoT, layanan jaringan, serta dukungan pemeliharaan perangkat.

Pendekatan *pentahelix* ini penting karena implementasi teknologi tanpa dukungan sosial dan kelembagaan akan sulit berkelanjutan (Kramer, 2011). Dengan model kolaboratif ini, *smart drainage* tidak hanya menjadi proyek teknis, tetapi juga inisiatif kolaboratif yang mendukung agenda *Smart City* Kota Tangerang.

Untuk memberikan gambaran yang lebih nyata, desain *Smart Drainage* berbasis IoT divisualisasikan dalam Gambar 3. Infografis ini menampilkan ilustrasi suasana lingkungan perumahan di Kelurahan Petir - Cipondoh, dengan komponen utama seperti sensor IoT *water level*, *rain gauge* digital, pompa otomatis, katup anti balik, serta sistem peringatan dini melalui sirene dan aplikasi Tangerang LIVE. Visualisasi ini menunjukkan integrasi fisik-digital yang mendukung mitigasi banjir perkotaan secara aplikatif.



Gambar 3. Infografis Ilustrasi *Framework* Inovasi *Smart Drainage* Berbasis IoT di Kelurahan Petir - Cipondoh, Kota Tangerang

5. Inovasi dan Keunggulan Model

Gagasan *smart drainage* berbasis IoT yang ditawarkan dalam penelitian ini memiliki sejumlah inovasi dibandingkan pendekatan drainase konvensional yang selama ini diterapkan di Kota Tangerang.

1. Integrasi Fisik-Digital

Inovasi pertama terletak pada integrasi infrastruktur fisik dengan teknologi digital. Sistem *drainase* tradisional umumnya hanya mengandalkan saluran, pintu air, atau pompa manual yang bersifat reaktif setelah banjir terjadi. Model yang diusulkan memperkuat aspek fisik seperti katup anti balik, sumur resapan, dan pompa otomatis dengan lapisan digital berupa sensor IoT *water level* dan *rain gauge* yang bekerja secara *real-time*. Pendekatan *hybrid* ini memberikan keunggulan karena mampu menggabungkan efektivitas infrastruktur hijau-biru dengan kecerdasan sistem digital.

2. Rate-of-Rise Detection

Inovasi ini menjawab tantangan *flash flood* karena mendeteksi kecepatan kenaikan air, bukan hanya ketinggian. Fitur ini meningkatkan sensitivitas sistem dan memperpanjang waktu respons.

3. Early Warning Berbasis Smart City

Inovasi ketiga adalah integrasi sistem peringatan dini dengan ekosistem *Smart City* Tangerang. Data dari sensor IoT dan *rain gauge* tidak hanya memicu sirene lokal, tetapi juga diintegrasikan ke *WhatsApp Gateway* komunitas dan aplikasi resmi Tangerang LIVE. Dengan demikian, peringatan tidak hanya bersifat lokal, tetapi juga terhubung dengan sistem kota yang lebih luas. Pendekatan ini sejalan dengan tren global bahwa kota pintar harus mengutamakan keterhubungan data lintas sektor untuk menghadapi risiko bencana.

4. Lead Time Evakuasi Warga

Dengan sensor *rate-of-rise* dan *multi-channel warning*, sistem mampu menyediakan *lead time* evakuasi tambahan 10-15 menit bagi warga untuk mengamankan aset dan jiwa.

Secara keseluruhan, keunggulan model ini tidak hanya terletak pada adopsi teknologi IoT, tetapi pada kombinasi inovasi teknis, integrasi kebijakan *Smart City*, dan manfaat sosial

langsung bagi masyarakat. Dengan demikian, desain smart drainage berbasis IoT untuk Cipondoh-Petir dapat dianggap sebagai solusi transformatif yang memiliki nilai strategis untuk direplikasi di wilayah rawan banjir lain di Kota Tangerang.

6. Relevansi Inovasi dengan Agenda Pembangunan Berkelanjutan

Inovasi *smart drainage* berbasis IoT yang dirancang untuk Kelurahan Petir - Cipondoh tidak berdiri sendiri, melainkan berkontribusi langsung terhadap agenda pembangunan berkelanjutan.

1. Relevansi dengan SDGs

Mendukung SDG 9 (Inovasi Infrastruktur) dan SDG 11 (Kota Tangguh dan Berkelanjutan) sebagai bentuk adaptasi terhadap SDG 13 (Aksi Iklim).

2. Relevansi dengan Asta Cita

Secara nasional, gagasan ini mendukung agenda Asta Cita 2 (Pengelolaan Lingkungan Berkelanjutan) dengan menawarkan teknologi ramah lingkungan dan responsif terhadap risiko banjir. Selain itu, gagasan ini sejalan dengan Asta Cita 3 (Peningkatan Tata Kelola Pemerintahan) karena menekankan sistem peringatan dini yang terintegrasi dengan aplikasi resmi pemerintah daerah, serta mendorong keterlibatan warga, akademisi, dan sektor swasta dalam pengelolaan banjir. Hal ini mencerminkan praktik tata kelola kolaboratif berbasis data yang inklusif.

3. Relevansi dengan Visi Kota Tangerang 2025-2029

Pada level daerah, inovasi ini konsisten dengan Visi Kota Tangerang 2025-2029, yaitu “Kota Tangerang yang Kolaboratif, Maju, Berkelanjutan, Sejahtera, dan Berakhlakul Karimah”. Model *smart drainage* berbasis IoT mencerminkan semangat kolaboratif melalui pendekatan *pentahelix*; mendorong kemajuan teknologi melalui pemanfaatan IoT; mendukung pembangunan berkelanjutan dengan pengendalian risiko banjir; serta memastikan kesejahteraan masyarakat dengan mengurangi kerugian ekonomi dan sosial akibat bencana banjir. Selain itu, inisiatif ini juga sejalan dengan prinsip berakhlakul karimah, karena menempatkan keselamatan dan kepentingan masyarakat sebagai prioritas utama.

Secara keseluruhan, relevansi dengan SDGs, Asta Cita, dan Visi Kota Tangerang memperkuat model ini tidak hanya relevan secara lokal, tetapi juga mendukung agenda pembangunan nasional dan global yang lebih luas.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Banjir berulang di Kelurahan Petir, Kecamatan Cipondoh, merupakan manifestasi dari keterbatasan sistem *drainase* konvensional. Situasi ini menimbulkan kerugian material, gangguan aktivitas sosial, dan risiko kesehatan masyarakat. Berdasarkan analisis, model *Smart Drainage* berbasis IoT yang diusulkan terbukti lebih adaptif karena mengintegrasikan infrastruktur fisik (katup anti balik, pompa otomatis) dengan teknologi digital (sensor IoT, *rate-of-rise detection*, dan sistem peringatan dini berbasis aplikasi).

Model ini memberikan nilai tambah berupa kemampuan mendeteksi kenaikan muka air secara *real-time*, meningkatkan sensitivitas terhadap banjir mendadak (*flash rise*), serta memperpanjang *lead time* evakuasi warga hingga 10-15 menit. Lebih jauh, sistem peringatan dini yang terhubung dengan sirene RT/RW, *WhatsApp Gateway*, dan aplikasi Tangerang LIVE menempatkan gagasan ini dalam kerangka *Smart City* Tangerang. Dengan demikian, inovasi ini konsisten dengan Visi Kota Tangerang 2025-2029 sebagai kota yang kolaboratif, maju, dan berkelanjutan.

5.2. Saran

Saran ini mencakup langkah implementasi, replikasi, dan rekomendasi kebijakan operasional agar model ini dapat diadopsi secara nyata oleh Pemerintah Kota Tangerang.

Usulan Aksi Nyata

1. Aktor Pelaksana:

- Pemkot Tangerang melalui BPBD dan Dinas PUPR sebagai koordinator utama.
- RT/RW dan masyarakat sebagai pelaksana lapangan untuk perawatan sensor, simulasi evakuasi, dan edukasi warga.

- Akademisi berperan dalam riset, evaluasi efektivitas, dan pengembangan algoritme prediksi.
 - Sektor swasta/mitra industri IoT sebagai penyedia teknologi dan dukungan teknis.
2. **Mekanisme Pembiayaan:**
Kombinasi alokasi APBD Kota Tangerang untuk pengadaan perangkat dasar, dan skema CSR (*Corporate Social Responsibility*) dari perusahaan teknologi atau pengembang perumahan untuk memperluas cakupan.
3. **Integrasi dengan Program Smart City:**
Sistem *Smart Drainage* wajib dihubungkan dengan aplikasi Tangerang LIVE agar peringatan dini resmi langsung diterima masyarakat, serta dikembangkan *dashboard* pemantauan banjir *real-time* untuk pengambilan keputusan pemerintah.
Dengan rekomendasi praktis ini, model *smart drainage* berbasis IoT tidak hanya menjadi gagasan konseptual, tetapi juga memiliki arah implementasi nyata yang dapat segera diuji coba dan direplikasi untuk memperkuat ketangguhan Kota Tangerang terhadap bencana banjir.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfieri, L., Burek, P., Feyen, L., & Forzieri, G. (2015). Global warming increases the frequency of river floods in Europe. *Hydrology and Earth System Sciences*, 19(5), 2247-2260. <https://doi.org/10.5194/hess-19-2247-2015>
- Amananti, W. (2024). *Laporan Kinerja Instansi Pemerintah (LKjIP) 2023-2025*. 4(02), 7823-7830.
https://bpbd.tangerangkota.go.id/assets/uploads/informationpublic_20240425_1714006708.pdf
- asaterkini. (2025). <https://asaterkini.id/banjir-puluhan-warga-petir-kota-tangerang-masih-bertahan-di-pengungsian/>
- bantenpos. (2025). <https://bantenpos.id/respon-laporan-warga-bpbd-kota-tangerang-bantu-warga-rw-07-kelurahan-petir-yang-dilanda-banjir-kiriman/>
- detiknews. (2025). <https://news.detik.com/berita/d-7999235/bpbd-banten-cipondoh-kota-tangerang-masih-banjir-sampai-80-cm>
- Dinkes Kota Tangerang. (2025). <https://dinkes.tangerangkota.go.id/berita/petugas-puskesmas-petir-lakukan-pelayananakesehatan-pada-warga-terdampak-banjir-di-cantiga-candulan>
- Douglas, I., Alam, K., Maghenda, M., Mcdonnell, Y., Mclean, L., & Campbell, J. (2008). Unjust waters: Climate change, flooding and the urban poor in Africa. *Environment and Urbanization*, 20(1), 187-205.
<https://doi.org/10.1177/0956247808089156>
- Kramer, J. K. & M. (2011). *collective_impact*.
https://ssir.org/articles/entry/collective_impact
- Mackiewicz, J. (2018). Writing center talk over time: A mixed-method study. In *Writing Center Talk over Time: A Mixed-Method Study*.
<https://doi.org/10.4324/9780429469237>
- McKinsey & Company. (2018). *Smart Cities in Southeast Asia*. July, 1-44.
www.mckinsey.com/mgi.
- Real Academia de la Lengua. (2024). Muller, M., & Thieken, A. H. In 2023.

