RANCANGAN ALAT DETEKSI KEBOCORAN PADA SISTEM DISTRIBUSI AIR BERSIH BERBASIS IoT DI BANDARA SMB II PALEMBANG

TUGAS AKHIR

Oleh :

GADI AL AYUBI
NIT. 56192110010

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA BANDAR UDARA
POLITEKNIK PENERBANGAN PALEMBANG

Juli 2025

RANCANGAN ALAT DETEKSI KEBOCORAN PADA SISTEM DISTRIBUSI AIR BERSIH BERBASIS IoT DI BANDARA SMB II PALEMBANG

TUGAS AKHIR

Karya tulis sebagai salah satu syarat lulus pendidikan
Program Studi Sarjana Terapan
Teknologi Rekayasa Bandar Udara

Oleh :

GADI AL AYUBI
NIT. 56192110010

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA BANDAR UDARA
POLITEKNIK PENERBANGAN PALEMBANG
Juli 2025

ABSTRAK

RANCANGAN ALAT DETEKSI KEBOCORAN PADA SISTEM DISTRIBUSI AIR BERSIH BERBASIS IoT DI BANDARA SMB II PALEMBANG

Oleh

GADI AL AYUBI

NIT. 56192110010

PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA BANDAR UDARA

PROGRAM SARJANA TERAPAN

Bandar Udara Sultan Mahmud Badaruddin II Palembang merupakan bandara internasional dengan tingkat aktivitas tinggi. Sistem distribusi air bersih menjadi komponen penting dalam mendukung operasional dan kenyamanan pengguna. Namun, pemantauan pemakaian air dan deteksi kebocoran pipa masih dilakukan secara manual, menyebabkan keterlambatan penanganan, pemborosan air, dan peningkatan biaya operasional. Penelitian ini bertujuan merancang alat pendeteksi kebocoran sekaligus monitoring pemakaian air berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk meningkatkan efisiensi pemeliharaan fasilitas bandara. Metode yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) dengan model *Borg and Gall* yang dimodifikasi menjadi tujuh tahapan. Alat ini memanfaatkan sensor flowmeter YF-S201 dan sensor tekanan yang terintegrasi dengan mikrokontroler ESP32 serta katup otomatis sebagai perlindungan tambahan. Data ditampilkan melalui LCD dan platform web untuk pemantauan jarak jauh secara *real-time*. Hasil pengujian menunjukkan alat mampu mendeteksi kebocoran dengan akurasi tinggi dan menyajikan data pemakaian air secara aktual. Validasi oleh ahli plumbing dan IT menunjukkan kelayakan di atas 90%. Rancangan ini diharapkan dapat mengurangi pemborosan air, mempercepat penanganan kebocoran, dan meningkatkan efisiensi pemeliharaan fasilitas bandara.

Kata Kunci: Kebocoran pipa, *Monitoring*, IoT, ESP32, R&D

ABSTRACT

DESIGN OF AN IoT-BASED LEAK DETECTION DEVICE FOR THE CLEAN WATER DISTRIBUTION SYSTEM AT SMB II AIRPORT PALEMBANG

By

GADI AL AYUBI

NIT. 56192110010

PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA BANDAR UDARA

PROGRAM SARJANA TERAPAN

Sultan Mahmud Badaruddin II Airport in Palembang is an international airport with high levels of activity. The clean water distribution system plays a crucial role in supporting operations and user comfort. However, water usage monitoring and pipe leak detection are still performed manually, leading to delayed responses, water waste, and increased operational costs. This study aims to design a leak detection and water usage monitoring device based on the Internet of Things (IoT) to improve facility maintenance efficiency at the airport. The method used is Research and Development (R&D) with a modified Borg and Gall model consisting of seven stages. The device utilizes a YF-S201 flowmeter sensor and a pressure sensor integrated with an ESP32 microcontroller, along with an automatic valve for additional protection. Data is displayed via an LCD and a web-based platform, enabling real-time remote monitoring. Test results show the device can detect leaks with high accuracy and provide up-to-date water usage data. Validation by plumbing and IT experts resulted in a feasibility score above 90%. This design is expected to reduce water waste, speed up leak response times, and enhance maintenance efficiency of airport facilities.

***Keywords**: Pipe leakage, Monitoring, IoT, ESP32, R&D*

PENGESAHAN PEMBIMBING

Tugas Akhir: "RANCANGAN ALAT DETEKSI KEBOCORAN PADA SISTEM DISTRIBUSI AIR BERSIH BERBASIS IoT DI BANDARA SMB II PALEMBANG" telah diperiksa dan disetujui untuk diuji sebagai salah satu syarat lulus pendidikan Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara Program Sarjana Terapan Angkatan ke-2, Politeknik Penerbangan Palembang – Palembang

Nama : GADI AL AYUBI

NIT : 56192110010

PEMBIMBING I

Ir. M. Indra Martadinata, S.ST., M.Si.

PEMBINA (IV/a)

NIP. 19810306 200212 1 001

PEMBIMBING II

Ir. Bambang Wijaya Putra, M.M.

PENATA TK.1 (IV/b)

NIP. 19600901 198103 1 001

KETUA PROGRAM STUDI

Ir. M. Indra Martadinata, S.ST., M.Si.

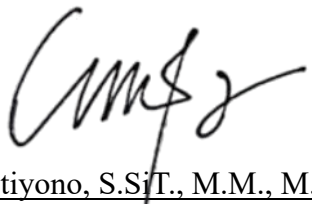
PEMBINA (IV/A)

NIP. 19810306 200212 1 001

PENGESAHAN PENGUJI

Tugas Akhir: "RANCANGAN ALAT DETEKSI KEBOCORAN PADA SISTEM DISTRIBUSI AIR BERSIH BERBASIS IoT DI BANDARA SMB II PALEMBANG" telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Tugas Akhir Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara Program Sarjana Terapan Angkatan ke-2, Politeknik Penerbangan Palembang – Palembang. Tugas akhir ini telah dinyatakan LULUS Program Sarjana Terapan pada tanggal 15 Juli 2025.

KETUA



Noor Sulistiyono, S.SiT., M.M., M.Mar E.

PEMBINA (IV/a)

NIP. 19730430 2006041 001

SEKRETARIS

Ir. M. Indra Martadinata, S.ST., M.Si.

PEMBINA (IV/a)

NIP. 19810306 200212 1 001

ANGGOTA

Thursina Andayani, M.Sc.

PENATA MUDA Tk.1 (III/b)

NIP. 19860703 202203 2 002

PEDOMAN PENGGUNAAN TUGAS AKHIR

Tugas akhir program sarjana terapan yang tidak dipublikasikan terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Politeknik Penerbangan Palembang, dan terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada pengarang dengan mengikuti aturan HaKI yang berlaku di Politeknik Penerbangan Palembang. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau peringkasan hanya dapat dilakukan seizin pengarang dan harus disertai dengan kaidah ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Sitasi hasil penulisan Tugas Akhir ini dapat ditulis dalam Bahasa Indonesia sebagai berikut:

Ayubi, G.A. (2025): RANCANGAN ALAT DETEKSI KEBOCORAN PADA SISTEM DISTRIBUSI AIR BERSIH BERBASIS IoT DI BANDARA SMB II PALEMBANG, Tugas Akhir Program Sarjana Terapan, Politeknik Penerbangan Palembang.

Memperbanyak atau menerbitkan sebagian atau seluruh Tugas Akhir haruslah seizin Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara, Politeknik Penerbangan Palembang.

Dipersembahkan Kepada

Ibunda Nopri Kurnia Dewi dan Ayahanda Arismunandar

Kakak, Adik, dan Keluarga Tersayang

Serta Dia yang Saya Cintai

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Gadi Al Ayubi

NIT : 56192110010

Program Studi : Teknologi Rekayasa Bandar Udara Program Sarjana Terapan

Menyatakan bahwa Tugas Akhir berjudul "RANCANGAN ALAT DETEKSI KEBOCORAN PADA SISTEM DISTRIBUSI AIR BERSIH BERBASIS IoT DI BANDARA SMB II PALEMBANG" merupakan karya asli saya bukan hasil plagiarisme.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya, dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi berupa pencabutan gelar akademik dari Politeknik Penerbangan Palembang.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak mana pun.

Palembang, 15 Juli 2025

Yang Membuat Pernyataan

Gadi Al Ayubi

NIT. 56192110010

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh,

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul " RANCANGAN ALAT DETEKSI KEBOCORAN PADA SISTEM DISTRIBUSI AIR BERSIH BERBASIS IoT DI BANDARA SMB II PALEMBANG " dengan baik. Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan (S.Tr.T) pada Program Studi D-IV Teknologi Rekayasa Bandar Udara, Politeknik Penerbangan Palembang.

Dengan penuh kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan hidayah-Nya yang telah memberikan kekuatan dan kelancaran selama proses penyusunan tugas akhir ini. Di samping itu, penulis juga ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada pihak-pihak yang telah memberikan dukungan, bimbingan, dan kontribusi berharga selama proses penyelesaian karya ini:

1. Kedua orang tua, serta keluarga tercinta yang selalu memberikan doa, dukungan moral, dan materiil yang tiada henti.
2. Bapak M. Indra Martadinata, S.ST., M.Si. selaku dosen pembimbing utama dan ketua program studi D-IV Teknologi Rekayasa Bandar Udara, yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta motivasi yang sangat berharga selama proses penyusunan tugas akhir ini.
3. Bapak Ir. Bambang Wijaya Putra, M.M. selaku dosen pembimbing kedua, yang juga telah memberikan banyak masukan, saran, dan dukungan yang sangat berarti bagi penulis.
4. Bapak/Ibu dosen dan seluruh staf pengajar di Program Studi D-IV Teknologi Rekayasa Bandar Udara, Politeknik Penerbangan Palembang, yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan selama penulis menjalani pendidikan.

5. Pihak *Airport Electrical Departement, Airport Air Side Facilities Department, Airport Land Side Facilities Department* Bandar Udara Internasional Sultan Mahmud Badaruddin II, yang telah memberikan izin dan dukungan dalam pelaksanaan penulisan ini.
6. Rekan-rekan seperjuangan di Program D-IV Teknologi Rekayasa Bandar Udara, yang telah memberikan semangat, bantuan, dan kerja sama selama masa studi.
7. Team *On the Job Training* Poltekbang Palembang dan Poltekbang Medan, Delon, Frendy, Frisil, Lauren, Nabila, Nando, Putut, Rehan, dan Saut yang telah memberikan banyak bantuan saat penulisan.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari semua pihak demi kesempurnaan tugas akhir ini. Semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi positif bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang teknologi dan teknik mekanik.

Akhir kata, semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua.

Palembang, 15 Juli 2025

Gadi Al Ayubi

DAFTAR ISI

ABSTRAK ii
ABSTRACT iii
PENGESAHAN PEMBIMBING iv
PENGESAHAN PENGUJI v
PEDOMAN PENGGUNAAN TUGAS AKHIR vi
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN viii
KATA PENGANTAR ix
DAFTAR ISI xi
DAFTAR GAMBAR xiv
DAFTAR TABEL xv
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG xvi
BAB I PENDAHULUAN 1
A. Latar Belakang 1
B. Rumusan Masalah 5
C. Tujuan Penelitian 6
D. Batasan Masalah 6
E. Manfaat Peneltian 6
F. Sistematika Penulisan 7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 8
A. Teori Penunjang 8
1. Kebocoran Pipa 8
2. Hukum Bernoulli 9
3. *Monitoring* Pemakaian Air 10
4. *Internet Of Things* 11
5. Mikrokontroler ESP 32 12
B. Kajian Penelitian Relevan 13
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 18
A. Jenis Penelitian 18
B. Prosedur Pengembangan 18
1. Potensi dan Masalah 19

2. Pengumpulan Data 19
3. Desain Produk 20
4. Validasi Desain 21
5. Revisi Desain 21
6. Pembuatan Alat 21
7. Uji Coba Produk 22
C. Teknik Validasi Data 22
D. Rencana Anggaran Biaya 24
E. Tempat dan Waktu Penelitan 25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 27
A. Hasil Penelitian 27
1. Analisis Potensi Masalah 27
2. Pengumpulan Informasi 31
B. Pembahasan Penelitian 33
1. Desain Produk 33
2. Desain 3D Alat 34
3. Wiring Diagram Alat 35
C. Validasi Desain 37
D. Revisi Desain 41
E. Pembuatan Alat 45
1. *Flowchart* Penggunaan Alat 45
2. Perancangan Alat 47
3. Pemrograman Alat 51
F. Uji Coba Produk 60
1. Pengujian Konektivitas dan Inisialisasi Sistem 60
2. Pengujian Konektivitas Modul Wi-Fi 63
3. Pengujian keakuratan Sensor *Flowmeter* 63
4. Pengujian *End-to-End* (Simulasi Pemakaian) 65
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 68
A. KESIMPULAN 68
B. SARAN 68
DAFTAR PUSTAKA 70

LAMPIRAN.....73

DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 *Pressure* Sensor 9
Gambar II. 2 *Flowmeter* Sensor YF-S201 11
Gambar II. 3 Internet of Things 12
Gambar II. 4 ESP 32 12
Gambar III. 1 Alur Penulisan Rancangan Alat Deteksi Kebocoran pada Sistem Distribusi Air Bersih 18
Gambar IV. 1 Diagram Piping WTP Pond I..... 28
Gambar IV. 2 Sistem Distribusi Air Bersih Bandara SMB II Palembang..... 29
Gambar IV. 3 Dokumentasi Kebocoran Pipa dan Pergantian Bagian Pipa..... 31
Gambar IV. 4 Observasi Lapangan 32
Gambar IV. 5 Desain Produk (Penerapan *Real Condition*)..... 34
Gambar IV. 6 Desain 3D Alat pada Sketch Up 34
Gambar IV. 7 Desain 3D Alat pada Autocad 35
Gambar IV. 8 Wiring Diagram Alat 36
Gambar IV. 9 Revisi Alur Kerja Alat 42
Gambar IV. 10 Revisi Sebelum dan Sesudah *Wiring* Diagram Alat 44
Gambar IV. 11 *Flowchart* Penggunaan Alat 45
Gambar IV. 12 Pendesainan Letak Wiring Pin Komponen Alat Deteksi Kebocoran 49
Gambar IV. 13 Menentukan Dan Menggambar Desain Final..... 50
Gambar IV. 14 Pemasangan Dan Perakitan Alat Deteksi Kebocoran Penulis 50
Gambar IV. 15 Indikator Status Sistem Menyala..... 61
Gambar IV. 16 Sensor *Pressure* Dan *Flowmeter* Mulai Menerima Sinyal..... 61
Gambar IV. 17 Mikrokontroler ESP32 Berhasil 62

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Kajian Penelitian Relevan 13
Tabel III. 1 Tabel Instrumen Validasi Ahli 23
Tabel III. 2 Kriteria Presentase Penilaian Validasi..... 24
Tabel III. 3 Rencana Anggaran Biaya Alat 24
Tabel III. 4 Jadwal Kegiatan Penelitian 25
Tabel IV. 1 Hasil Validasi Ahli Materi 38
Tabel IV. 2 Hasil Validasi Ahli Media..... 39
Tabel IV. 3 Skor Penilaian ahli materi 40
Tabel IV. 4 Skor penilaian ahli media 40
Tabel IV. 5 Tingkat Kelayakan..... 40
Tabel IV. 6 Simbol dan Fungsi Icon Flowchart..... 46
Tabel IV. 7 Perancangan Alat..... 47
Tabel IV. 8 Source Code atau coding pemrograman alat deteksi kebocoran 51
Tabel IV. 9 Hasil Uji Kemampuan Konektivitas Wi-Fi Pada Alat Deteksi Kebocoran 63
Tabel IV. 10 Hasil Dari Pengujian Sensor *Flowmeter* 64
Tabel IV. 11 Hasil Simulasi Kondisi Operasi Normal 65
Tabel IV. 12 Hasil Simulasi Kebocoran Pada Pipa 66

DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

SINGKATAN	NAMA	Pemakaian Pertama Kali Pada Halaman
APP	Aplikasi	13
BOT	*Build Operate Transfer*	1
Bandara	Bandar Udara	4
IoT	*Internet of Things*	2
LCD	*Liquid Crystal Display*	2
M2M	*Machine-to-Machine*	8
OJT	*On the Job Training*	6
PDAM	Perusahaan Daerah Air Minum	7
PVC	*Polyvinyl Chloride*	6
R&D	*Research and Development*	2
S.Tr.T	Sarjana Terapan Teknik	4
SOP	*Standard Operating Procedure*	6
WPT	*Water Pressure Tank*	6
WTP	*Water Treatment Plant*	6

BAB I
PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Bandar udara (bandara) adalah sebuah tempat atau kawasan yang didesain khusus untuk pesawat guna melakukan berbagai kegiatan seperti lepas landas, mendarat, parkir, dan kegiatan operasional lainnya secara aman dan efisien (Frisnawati dkk., 2022). Berdasarkan Undang-Undang Nomor 1 Tahun 2009 tentang Penerbangan di Indonesia, secara garis besar bandar udara merupakan sebuah kawasan atau tempat didaratan maupun perairan dengan batasan tertentu, yang difungsikan bagi pesawat udara untuk melakukan lepas landas dan melakukan pendaratan, menaik turunkan penumpang, bongkar muat barang, dan sebagai tempat perpindahan antarmoda transportasi. Bandara juga dilengkapi dengan berbagai fasilitas yang menunjang keselamatan, keamanan penerbangan, fasilitas pokok dan sebagainya.

Seiring dengan perkembangan zaman penggunaan teknologi yang tepat dapat meningkatkan produktivitas kerja, mempercepat proses pembuatan, serta menghasilkan produk dengan kualitas yang sangat baik (Barus dkk., 2024). Penggunaan teknologi ini telah dimanfaatkan oleh berbagai bandara guna menciptakan kontribusi dalam peningkatan kualitas bandara yang lebih andal dan efisien (Puspa dkk., 2024). Diantaranya penggunaan aplikasi berbasis mobile untuk *check-in* penumpang, *chat bot response*, serta pemberian informasi secara *real-time* (Muzaki dkk., 2022). Selain itu, pada sistem navigasi dan manajemen lalu lintas udara pemanfaatan teknologi seperti *Multi-Constellation* serta pengawasan keamanan berbasis kecerdasan buatan telah dikembangan di beberapa bandara. Penerapan teknologi ini memungkinkan bandara untuk melakukan kegiatan operasional dengan lebih cepat dan efisien dalam merespons kebutuhan para pengguna (Wahyu, 2024).

Bandara Sultan Mahmud Badaruddin II (Bandara SMB II) Palembang merupakan salah satu bandara di Indonesia yang melayani berbagai penerbangan domestik dan internasional. *Executive General Manager* Bandara

SMB II Palembang, R Iwan Winaya mengatakan sepanjang 2024 jumlah penumpang baik datang maupun pergi di bandara ini mencapai 2,8 juta orang (Baiduri, 2024). Dengan jumlah penumpang dan aktivitas di bandara SMB II yang cukup tinggi tentunya bandara ini memiliki kebutuhan yang berbanding lurus terhadap sumber daya, terutama air bersih. Peningkatan pemakaian air bersih di Bandara SMB II Palembang setiap tahunnya ini dapat dilihat pada **Lampiran 14**. Air bersih digunakan untuk berbagai keperluan di bandara seperti sanitasi, operasional fasilitas, kebersihan, dan kebutuhan penumpang maupun karyawan (Hananto, 2019).

Dalam mewujudkan kelancaran, keamanan, serta menjaga keselamatan dalam pengoperasian bandar udara, sistem manajamen pemeliharaan bandara sangat diperlukan. Kegiatan pemeliharaan bandar udara ini terbagi atas pemeliharaan sisi udara, sisi darat dan fasilitas penunjang bandara lainnya (Chandra dkk., 2023). Pemeliharaan di masing-masing sektor ini terdiri atas kegiatan pemeliharaan preventif, prediktif, dan korektif. Kegiatan ini memiliki fungsi untuk mencegah, memperkirakan, serta memperbaiki kerusakan lebih lanjut dengan melakukan pemeriksaan rutin (Dasi & Wildan, 2025). Menurut (Hermawati, 2023) memanfaatkan teknologi dalam kegiatan pemeliharaan dapat menghasilkan peningkatan efisiensi dan pengurangan hingga 20% biaya operasional secara berkala.

Berdasarkan pengalaman selama menjalani kegiatan *On the Job Training* (OJT) di Bandara SMB II Palembang guna mendukung kelancaran operasional serta memastikan seluruh fasilitas dalam keadaan baik, setiap harinya dilakukan kegiatan pemeliharaan preventif, prediktif, dan korektif oleh teknisi yang bertugas. Adapun kegiatan pemeliharaan preventif di bandara ini mengacu pada regulasi (PM 77 Tahun 2015 Tentang Standarisasi dan Sertifikasi Fasilitas Bandar Udara, 2015). Selama mengikuti kegiatan bersama unit *plumbing*, penulis masih menemukan beberapa tantangan dan kendala, terutama pada sistem distribusi air bersih di Bandara SMB II. Unit *plumbing* ini merupakan unit yang berada di alalingkup mekanikal bandara SMB II bertanggung jawab

atas instalasi, pemeliharaan, dan perbaikan sistem perpipaan serta infrastruktur terkait di area bandara. Sistem ini mencakup air bersih, air limbah, dan *hydrant*. Saat ini sistem pendistribusian air bersih di Bandara SMB II diawali dari pengaliran air dari Pond 1, kemudian diolah melalui *Water Treatment Plant* (WTP) untuk memastikan kelayakan air bersih. Setelah itu ditampung di *Water Pressure Tank* (WPT). Sebelum akhirnya dialirkan menuju perkantoran, terminal, PKP-PK, dan lingkungan sekitar bandara. Adapun kendala yang menjadi sorotan oleh penulis di unit *plumbing* ini adalah sulitnya deteksi masalah kebocoran yang kerap terjadi dan pemantauan air harian masih kurang efisien dikarenakan masih dilakukan secara manual saat melakukan kegiatan pemeliharaan preventif harian.

Dalam *Standard Operating Procedure* (SOP) pemeliharaan *Water Treatment Plant* (WTP) Bandara Sultan Mahmud Badaruddin II, terdapat aturan mengenai pemeriksaan kondisi pipa oleh unit *plumbing* yang dilakukan hanya setiap 4 bulan sekali sehingga dapat mengakibatkan kurangnya *response time* dari teknisi unit *plumbing* terhadap kebocoran yang terjadi pada pipa di bandara. Kebocoran pada pipa berbahan PVC ini dapat terjadi dikarenakan beberapa faktor yakni faktor lama pemakaian, tekanan terlalu kuat, korosi akibat aliran air, dan pemasangan sambungan yang kurang baik (Muchibin, 2023). Saat ini untuk mengetahui kebocoran pada pipa, unit *plumbing* hanya dapat memperkirakan kebocoran pipa dari membaca pemakaian air pada beberapa meteran air diluar batas normal.

Selain kebocoran, tantangan yang dihadapi oleh unit *plumbing* adalah penggunaan air yang tidak efisien sehingga dapat menyebabkan peningkatan biaya, pemborosan, dan memberikan efek buruk pada lingkungan (Susantok & Ramadhan, 2021). Kegiatan preventif harian berupa pengecekan pemakaian air harian masih dilakukan secara manual oleh teknisi setiap pagi melalui pembacaan angka pada meteran konvensional satu per satu sebelum kegiatan penerbangan berlangsung. Hal ini cukup memakan waktu personil *plumbing* dikarenakan jarak yang cukup jauh (1km) dari posisi *standby* tim *plumbing*, di

sisi lain angka pada beberapa meteran yang cukup usang/kotor dapat menyebabkan kesalahan pembacaan pemakaian air harian. Adapun meteran yang digunakan pada pipa masih menggunakan meteran konvensional dimana meteran ini hanya menampilkan informasi penggunaan debit air saja, namun belum bisa memberikan informasi penggunaan air *real time* secara berkala (Imansyah dkk., 2022). Tentunya hal ini menyulitkan unit *plumbing* untuk menganalisis pemakaian air yang tidak efisien di bandara SMB II.

Masalah pemakaian air dan kebocoran pipa tidak hanya terjadi di Bandara SMB II, tetapi juga dialami beberapa fasilitas lain yang bergantung pada jaringan perpipaan besar. Sebagai contoh, kejadian pipa bocor yang terjadi pada PDAM Tangerang ke Bandara Soekarno-Hatta tahun 2023. Berdasarkan keterangan Direktur Utama Perumdam, hal ini menimbulkan efek pada kegiatan suplai air bersih di area Bandara Soekarno-Hatta dan PAM Jaya Cengkareng, Jakarta Barat. Selain itu, tantangan yang kerap terjadi pada perpipaaan distribusi air adalah pemakaian air yang kurang efisien dan kehilangan air. Hal ini menunjukkan adanya peluang penerapan sistem pengendalian berbasis *Internet of Things* (IoT) (Asmara, 2021).

Penulisan terdahulu tentang *monitoring* penggunaan air PDAM, dengan memanfaatkan sensor *flowmeter* YF-S201 dan nodeMCU ESP8266 (Widiasari dkk., 2021). Mikrokontroler yang digunakan jika dibandingkan dengan mikrokontroler terkini seperti ESP 32 saat ini memiliki performa serta ketahanan daya yang cukup jauh, selain itu alat ini hanya memiliki fitur *monitoring* penggunaan air tanpa deteksi kebocoran. Penulisan oleh (Kusuma dkk., 2021) tentang deteksi kebocoran pipa menggunakan nodeMCU ESP8266 berbasis IoT dan sensor tekanan MPX10GP, penulisan ini hanya menggunakan indikator tekanan saja untuk deteksi kebocoran, serta mikrokontroler yang digunakan performa nya tidak sebaik mikrokontroler terkini. Adapun penulisan (Ramadhan, 2024) berupa sebuah sistem untuk mengukur pemakaian air harian pada *tenant* berbasis IoT menggunakan ESP 32 yang terhubung dengan aplikasi blynk serta sensor aliran air YF-S201, penulisan ini memiliki mikrokontroler

terkini, namun alat ini hanya berfokus pada pengukuran konsumsi air. Pengguna perlu menganalisa sendiri kebocoran yang terjadi melalui hasil pengukuran tersebut, selain itu alat ini menggunakan platform pihak ketiga yaitu aplikasi blynk yang berbayar setiap bulannya.

Berdasarkan permasalahan diatas, penulis berencana membuat sebuah rancangan alat yang berfungsi untuk melakukan deteksi kebocoran pipa dan *monitoring* pemakaian air harian pada sistem distribusi air bersih di bandara yang dikomunikasikan melalui IoT. Alat ini juga dibekali dengan proteksi tambahan agar tidak terjadi akibat kebocoran yang lebih parah saat terjadi kebocoran. Pengembangan alat deteksi kebocoran pada sistem distribusi air bersih di Bandara SMB II Palembang diharapkan dapat memberikan berbagai dampak positif. Dalam konteks manajemen bandara, alat ini dapat meningkatkan efisiensi operasional dengan meminimalkan pemborosan air, mempercepat respons terhadap kebocoran, dan meningkatkan penghematan biaya operasional yang signifikan. Selain itu, penerapan sistem berbasis IoT ini dapat menjadi solusi inovatif yang dapat diadopsi oleh bandara lain di Indonesia untuk mendukung keberlanjutan dan efisiensi energi. Hasil penulisan ini diharapkan dapat menjadi referensi untuk kegiatan pengelolaan air di fasilitas umum lainnya seperti perhotelan, kawasan industri, atau gedung perkantoran, sehingga memberikan kontribusi lebih luas terhadap pengelolaan air bersih yang lebih baik. Maka dari itu, penulis mengangkat judul tugas akhir sebagai berikut: "**RANCANGAN ALAT DETEKSI KEBOCORAN PADA SISTEM DISTRIBUSI AIR BERSIH BERBASIS IoT DI BANDARA SMB II PALEMBANG**".

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, penulis mendapatkan rumusan masalah bagaimana merancang alat deteksi kebocoran berbasis IoT pada sistem distribusi air bersih di Bandara SMB II Palembang sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang alat yang dapat mendeteksi kebocoran pada sistem distribusi air bersih ?

2. Bagaimana merancang alat yang dapat memantau pemakaian air harian pada sistem distribusi air bersih ?
3. Bagaimana merancang alat yang dapat memberikan proteksi tambahan saat terjadi kebocoran pada sistem distribusi air bersih ?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengembangkan rancangan alat deteksi kebocoran berbasis IoT pada sistem distribusi air bersih di Bandara SMB II Palembang dengan tujuan berikut ini:

1. Merancang alat yang dapat mendeteksi kebocoran pada sistem distribusi air bersih
2. Merancang alat yang dapat memantau pemakaian air harian pada sistem distribusi air bersih
3. Merancang alat yang dapat memberikan proteksi tambahan saat terjadi kebocoran pada sistem distribusi air bersih

D. Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah, maka penulis hanya membatasi penelitian dalam perancangan alat deteksi kebocoran berbasis IoT pada sistem distribusi air bersih di Bandara SMB II Palembang sebagai berikut:

1. Melakukan deteksi kebocoran pada sistem distribusi air bersih
2. Memantau pemakaian air harian pada sistem distribusi air bersih
3. Memberikan proteksi tambahan saat terjadi kebocoran pada sistem distribusi air bersih

E. Manfaat Peneltian

Adapun manfaat dari penelitian ini yaitu:

1. Menambah wawasan dan pengetahuan penulis mengenai cara merancang alat deteksi kebocoran pada sistem distribusi air bersih yang berfungsi untuk mendeteksi kebocoran, memantau pemakaian air, serta memberikan proteksi tambahan pada pipa di Bandara SMB II Palembang.

2. Menjadi solusi dan masukan bagi masalah maupun tantangan yang dihadapi oleh tim *plumbing* Bandara SMB II Palembang dan sebagai syarat menyelesaikan studi pada Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara.
3. Sebagai sumbangsih ilmu pengetahuan dan referensi ilmiah untuk kegiatan penulisan selanjutnya.

F. Sistematika Penulisan

Adapun urutan langkah-langkah penulisan pada penelitian ini sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Memuat latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Meliputi kerangka teoritis yang relevan untuk penelitian, teori pengembangan, dan studi penelitian yang sedang berjalan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Menjelaskan metode yang digunakan dalam penelitian, teknik analisis, dan prosedur kerja.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Memverifikasi hasil metodologi penelitian melalui analisis dan pengoperasian produk.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

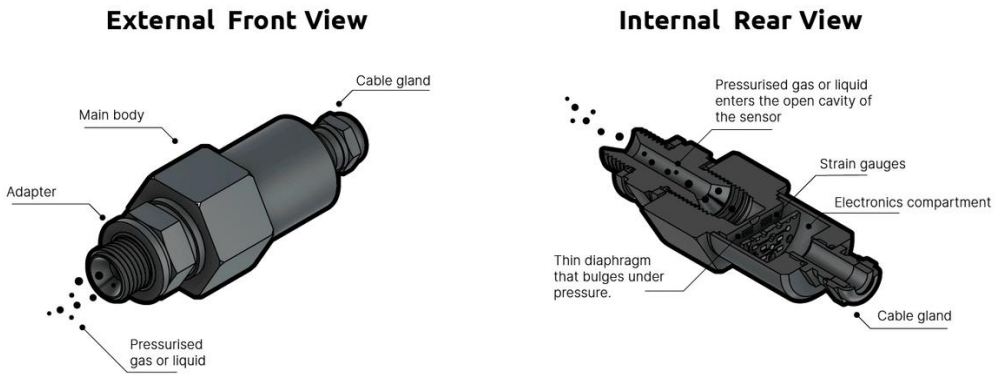
A. Teori Penunjang

Teori penunjang merupakan teori pendukung dan pelengkap teori utama dalam sebuah penelitian. Teori penunjang berperan sebagai dasar ilmiah yang digunakan untuk membangun argumen, menentukan arah metodologi penulisan, melakukan analisis data, serta berkontribusi pada perkembangan ilmu pengetahuan (Rukhmana, 2021). Dalam hal ini, penulis memanfaatkan kajian yang relevan dari penulis terdahulu guna mendasari pembuatan alat deteksi kebocoran pada sistem distribusi air bersih yang akan penulis kembangkan.

1. Kebocoran Pipa

Kebocoran pada pipa adalah kondisi di mana terdapat keluarnya fluida (air, gas, atau zat lainnya) dari sistem aliran tertutup akibat celah, retakan, atau kerusakan pada dinding pipa. Kebocoran ini mengakibatkan aliran fluida yang tidak terkendali keluar dari jalur yang seharusnya. Kebocoran pipa ini disebabkan oleh beberapa hal seperti tekanan berlebih, korosi, lama pemakaian, kualitas yang buruk, dan sebagainya. Kerugian finansial yang cukup besar dapat dialami pengguna sistem perpipaan karena adanya kebocoran jaringan pipa (Duwi dkk., 2017).

Salah satu indikator dari terjadinya kebocoran pipa ini merupakan adanya perubahan tekanan pada sistem tersebut. Untuk mengetahui hal ini dibutuhkan sensor yang dapat membaca tekanan pada aliran air sistem perpipaan. Pada penelitian ini nantinya akan digunakan sebuah *pressure sensor*. *Pressure Sensor* merupakan perangkat yang mampu mendeteksi perubahan tekanan dan mengonversinya menjadi sinyal listrik sebagai keluaran, sehingga dapat dimanfaatkan sesuai dengan kebutuhan sistem. Umumnya, sensor ini terdiri dari elemen yang responsif terhadap tekanan serta unit pemroses sinyal untuk menghasilkan data yang dapat dianalisis atau ditindaklanjuti. (Zainal dkk., 2023). *Pressure Sensor* ini memiliki berbagai variasi pengukuran tekanan, mulai dari 1 hingga 30 MPa (Max 10 bar/145 Psi hingga Max 300 bar/4350 Psi).



Gambar II. 1 *Pressure* Sensor
(Sumber : *www.flintec.com*, 2025)

2. Hukum Bernoulli

Hukum Bernoulli adalah suatu konsep dasar mekanika fluida yang menjelaskan bahwa pada aliran suatu fluida ideal (tanpa gesekan), energi total fluida per satuan volume tetap konstan sepanjang lintasan aliran. Energi total fluida terdiri dari tekanan, energi kinetik, dan energi potensial gravitasi. Dirumuskan sebagai berikut:

$$P + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho g h = \text{konstan}$$

Ket : P = Tekanan statis (Pa)
ρ = Densitas fluida (kg/m^3)
v = Kecepatan aliran fluida (m/s)
g = Percepatan gravitasi (9.8 m/s^2)
h = Ketinggian relatif fluida (m)

Dalam kajian fluida yang mengalir, Hukum Bernoulli berperan penting sebagai kerangka penyelesaian masalah. Prinsip ini teraplikasi dalam berbagai kasus, seperti perhitungan berdasarkan Asas Toricelli, desain venturimeter dan tabung pitot, serta menjelaskan mekanisme gaya angkat pada pesawat terbang (Saka & Widiyatun, 2022). Jika kita kaitkan dengan kebocoran pipa, ada beberapa kondisi yang dapat kita ketahui:

1. Sebelum kebocoran

   Tekanan statis (P) relatif tinggi, kecepatan fluida (v) relatif rendah.

2. Titik kebocoran

   Fluida keluar dengan kecepatan tinggi (v_{leak}) sehingga sebagian besar energi tekanan (P) kemudian dikonversi menjadi energi kinetik ($1/2\ \rho v^2$)

3. Setelah kebocoran

   Tekanan statis berkurang (P) , kecepatan fluida (v) dalam pipa mungkin meningkat sedikit untuk menyeimbangkan aliran total.

Dari ketiga kondisi tersebut dapat kita ketahui saat terjadi kebocoran pipa tekanan (P) dan kecepatan (v) pada aliran air dapat menjadi indikator penting. Selain itu, hal yang dapat disimpulkan berdasarkan tiga poin diatas saat terjadi kebocoran pipa adalah adanya penurunan tekanan (P) dan kenaikan kecepatan (v) pada aliran air secara bersamaan.

3. *Monitoring* Pemakaian Air

Monitoring bertujuan memastikan kegiatan berjalan sesuai perencanaan, mengenali kendala yang timbul untuk meningkatan respons, serta menganalisis pola kerja dan strategi manajemen demi tercapainya sasaran. *Monitoring* juga berfungsi untuk memastikan keterkaitan antara kegiatan dan tujuan, sehingga dapat memberikan gambaran tentang kemajuan yang telah dicapai (Megawaty, 2020). Selain itu, *monitoring* berperan sebagai pengingat ketika terjadi penyimpangan dan membantu menjaga pekerjaan tetap sesuai jalur. Tujuan *monitoring* adalah meningkatkan efektivitas dan efisiensi kegiatan berdasarkan sasaran dan rencana yang telah ditetapkan. Dengan *monitoring*, kita dapat menilai apakah sumber daya yang tersedia sudah cukup dan dimanfaatkan secara optimal, sekaligus menyediakan dasar yang bermanfaat untuk proses evaluasi di masa depan (Maulida, 2020).

Pada penelitian ini akan dikembangkan fitur monitoring pemakaian air harian guna mendeteksi anomali dan mengindikasikan pemakaian berlebih yang diakibatkan kebocoran air dengan memanfaatkan aliran air. Pembacaan volume aliran air ini dapat dilakukan oleh sensor *flowmeter. Flowmeter* adalah alat pengukur yang digunakan untuk mengetahui jumlah bahan bakar minyak yang digunakan oleh sebuah mesin. *Flowmeter* merupakan alat pengukur debit fluida yang terbuat dari material plastik dan dilengkapi dengan rotor serta sensor *hall*

effect. Ketika fluida mengalir melewati perangkat ini, rotor akan berputar dengan kecepatan yang proporsional terhadap laju aliran. Perputaran tersebut akan dideteksi oleh sensor *hall effect* untuk kemudian dikonversi menjadi data volume aliran, sehingga memungkinkan pengukuran jumlah fluida yang masuk ke dalam suatu sistem, wadah, atau unit proses tertentu. (Chusnia Febrianti & Nugraha, 2022). Spesifikasi dari sensor ini sebagai berikut:

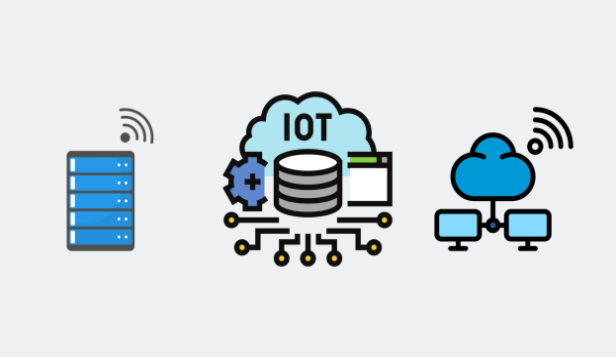
1. Model : YF-S201
2. Flow Rate : 1 s/d 30 Liter/Menit
3. Rentang Suhu Kerja : -25 °C s.d 80 °C
4. Tekanan Air Max : 2.0 MPa atau setara 20 Bar
5. Panjang Kabel : 15 cm
6. Diameter : ½ inch

Gambar II. 2 *Flowmeter* Sensor YF-S201
(Sumber : *www.gist.github.com*, 2020)

4. *Internet Of Things*

Internet of Things (IoT) merupakan inovasi canggih berbasis jaringan perangkat *worldwide* yang terintegrasi secara online demi berbagi data. Melalui instrumen sensor dan perangkat lunak, IoT memungkinkan komunikasi, pengaturan, konektivitas, dan aliran data antarperangkat selama terkoneksi dengan internet. IoT bekerja tanpa memerlukan kabel, karena berbasis sistem nirkabel. IoT memiliki kaitan yang erat dengan konsep *machine-to-machine* (M2M), yaitu interaksi langsung antarperangkat tanpa perantara. Perangkat yang mampu berkomunikasi secara M2M disebut *smart devices*. Perangkat cerdas ini

dikembangkan untuk memfasilitasi penyelesaian beragam aktivitas manusia secara lebih efisien dan optimal (Selay dkk., 2022).



Gambar II. 3 Internet of Things
(Sumber : *www.indobot.co.id*, 2024)

5. Mikrokontroler ESP 32

ESP32 sebagai sistem mikrokontroler berfungsi mengatur rangkaian elektronik dengan dukungan modul Wi-Fi maupun Bluetooth yang terintegrasi. Kelengkapan antarmuka dan integrasi nirkabel bawaan menjadikannya solusi optimal untuk pengembangan IoT. Mikrokontroler ESP32 digunakan sebagai pengolah data untuk membaca sinyal masukkan, yang kemudian dikirim melalui Wi-Fi. Data hasil pembacaan sinyal masukkan dapat ditampilkan pada layar ponsel. Secara sederhana, mikrokontroler dapat dianggap sebagai "otak" dari suatu perangkat. ESP32 merupakan mikrokontroler yang mendukung konektivitas dengan perangkat mobile serta integrasi dengan platform IoT. ESP32 difungsikan sebagai unit pemroses sinyal yang diterima dari modul sensor, kemudian hasil olahannya disajikan dalam bentuk tampilan (Chusnia Febrianti & Nugraha, 2022).

Gambar II. 4 ESP 32
(Sumber : *www.arduinoindonesia.id*, 2024)

B. Kajian Penelitian Relevan

Untuk memperkuat pembahasan terkait topik yang diangkat, penulis melakukan penelusuran terhadap berbagai literatur dan hasil penelitian sebelumnya yang memiliki relevansi dan keterkaitan dengan permasalahan yang diteliti. Kajian terhadap penelitian terdahulu ini berfungsi sebagai landasan dalam pelaksanaan penelitian serta memperkaya kerangka teori yang digunakan. Adapun berikut disajikan beberapa jurnal ilmiah yang memiliki keterkaitan dengan penelitian ini:

Tabel II. 1 Kajian Penelitian Relevan

No.	Penulis, Tahun & Judul Penulisan	Perbedaan	Persamaan
1	(Ramadhan, 2024), Rancangan Sistem Pengukuran Konsumsi Air Tenant Berbasis *Internet Of Things* (IoT) pada Bandar Udara Ahmad Yani Semarang	Penulisan berfokus pada pengukuran konsumsi air tenant saja sedangkan alat penulis berfokus pada *monitoring* dan deteksi kebocoran, hanya menggunakan sensor *flowmeter* (sensor yang penulis gunakan yakni sensor *flowmeter* dan sensor *pressure*, aplikasi blynk yang digunakan merupakan buatan pihak ketiga (penulis mengembangkan sebuah web)	Penulisan memiliki persamaan penggunaan Mikrokontroler model ESP 32

No.	Penulis, Tahun & Judul Penulisan	Perbedaan	Persamaan
2	(Efendi & Samsumar, 2024), Perancangan Sistem *Monitoring* Meteran Air Menggunakan Sensor Water Flow pada Rumah Tangga	Penulisan hanya berfokus pada *monitoring* pemakaian air saja sedangkan alat penulis berfungsi untuk *monitoring* dan deteksi kebocoran, hanya menggunakan sensor *flowmeter* (sensor yang penulis gunakan yakni sensor *flowmeter* dan sensor *pressure*, Mikrontroler yang digunakan merupakan model ESP8266 sedangkan penulis menggunakan ESP32 yang memiliki performa lebih baik	Penulisan memiliki persamaan penggunaan sensor *flowmeter* YF-S201
3	(Kusuma dkk., 2021), Prototype Pendeteksi Kebocoran Pipa Berbasis IoT Menggunakan Nodemcu Esp8266 Melalui Dashboard Adafruit.Io	Penulisan ini hanya berfokus pada deteksi kebocoran pipa tanpa fitur *monitoring*, Mikrontroler yang digunakan merupakan model ESP8266 sedangkan penulis menggunakan ESP32 yang memiliki performa lebih baik,	Penulisan memiliki persamaan penggunaan *Pressure* sensor

No.	Penulis, Tahun & Judul Penulisan	Perbedaan	Persamaan
		hanya menggunakan *pressure* sensor (sensor yang penulis gunakan yakni sensor *flowmeter* dan sensor *pressure*), Menggunakan aplikasi pihak ketiga yakni ADAFRUIT.Io (penulis mengembangkan sebuah web)	
4	(Widiasari dkk., 2021), Rancang Bangun Sistem *Monitoring* Penggunaan Air PDAM Berbasis IoT	Penulisan hanya berfokus pada *monitoring* pemakaian air saja sedangkan alat penulis berfungsi untuk *monitoring* dan deteksi kebocoran, Mikrontroler yang digunakan merupakan model ESP8266 sedangkan penulis menggunakan ESP32 yang memiliki performa lebih baik, aplikasi blynk yang digunakan merupakan buatan pihak ketiga (penulis	Penulisan memiliki persamaan penggunaan sensor *flowmeter* YF-S201

No.	Penulis, Tahun & Judul Penulisan	Perbedaan	Persamaan
		mengembangkan sebuah web)	
5	(Harahap dkk., 2017), Sistem Pendeteksi Kebocoran Air pada Saluran Air Rumah Berbasis IoT Menggunakan Metode K-Nn	Penulisan berfokus pada deteksi kebocoran saja sedangkan alat penulis berfokus pada *monitoring* dan deteksi kebocoran, Mikrontroler yang digunakan merupakan model ESP8266 sedangkan penulis menggunakan ESP32 yang memiliki performa lebih baik	Penulisan memiliki persamaan penggunaan sensor *flowmeter* YF-S201
6	(Imansyah & Widiastuti, 2022), Sistem Kontrol dan *Monitoring* Penggunaan Air Berbasis IoT Menggunakan Modul ESP8266	Penulisan hanya berfokus pada *monitoring* saja sedangkan alat penulis berfokus pada *monitoring* dan deteksi kebocoran, Mikrontroler yang digunakan merupakan model ESP8266 sedangkan penulis menggunakan ESP32 yang memiliki performa lebih baik, aplikasi yang	Penulisan memiliki persamaan penggunaan sensor *flowmeter* YF-S201

No.	Penulis, Tahun & Judul Penulisan	Perbedaan	Persamaan
		digunakan berupa BOT Telegram yang merupakan buatan pihak ketiga (penulis mengembangkan sebuah web)	