

**Perancangan dan Implementasi *Backend*
Real-Time Runner Tracking dan *ETA Prediction*
dengan Skalabilitas dan *High Availability*
untuk ITB Ultra Marathon**

Proposal Tugas Akhir

Oleh

**Justin Lawrance
18222006**



**PROGRAM STUDI SISTEM DAN TEKNOLOGI INFORMASI
SEKOLAH TEKNIK ELEKTRO DAN INFORMATIKA
INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG
Desember 2025**

LEMBAR PENGESAHAN

Perancangan dan Implementasi *Backend* *Real-Time Runner Tracking* dan *ETA Prediction* dengan Skalabilitas dan *High Availability* untuk ITB Ultra Marathon

Proposal Tugas Akhir

Oleh

**Justin Lawrance
18222006**

**Program Studi Sistem dan Teknologi Informasi
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika
Institut Teknologi Bandung**

Proposal Tugas Akhir ini telah disetujui dan disahkan
di Bandung, pada tanggal 2 Desember 2025

Pembimbing,

Dr. Riza Satria Perdana, S.T, M.T.

NIP. 19700609 199512 1 002

DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR KODE	vi
I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Rumusan Masalah	2
I.3 Tujuan	3
I.4 Batasan Masalah	4
I.5 Metodologi	5
II STUDI LITERATUR	7
II.1 Penulisan Gambar, Tabel, Rumus, dan Kode	7
II.1.1 Gambar	7
II.1.2 Tabel	8
II.1.2.1 Tabel yang Muat dalam Satu Halaman	8
II.1.2.2 Mengimpor Tabel dari Berkas Eksternal	9
II.1.2.3 Tabel yang Sangat Panjang	9
II.1.2.4 Beberapa Contoh Penulisan Rumus atau Persamaan Matematika Menggunakan LaTeX Termasuk Penomorannya	11
II.1.3 Algoritma, Pseudocode, atau Kode	12
II.2 Beberapa Kesalahan Penulisan yang Sering Terjadi	13
II.2.1 Penggunaan Kata "di mana" atau "dimana"	13
II.2.2 Penggunaan Kata "sedangkan" dan "sehingga"	13
II.2.3 Penggunaan Istilah yang Tidak Baku	14
II.2.4 Pemisah Desimal dan Ribuan	14
II.2.5 Daftar atau <i>List</i>	14
II.2.6 Penggunaan Kata "masing-masing" dan "setiap"	14
III ANALISIS MASALAH	16
III.1 Analisis Kondisi Saat Ini	16
III.2 Analisis Kebutuhan	16
III.2.1 Identifikasi Masalah Pengguna	16
III.2.2 Kebutuhan Fungsional	17

III.2.3 Kebutuhan Nonfungsional	17
III.3 Analisis Pemilihan Solusi	17
III.3.1 Alternatif Solusi	17
III.3.2 Analisis Penentuan Solusi	18
IV DESAIN KONSEP SOLUSI	19
V RENCANA SELANJUTNYA	20

DAFTAR GAMBAR

II.1 Contoh gambar jaringan	8
---------------------------------------	---

DAFTAR TABEL

II.1	Tabel harga bahan pokok	9
II.2	Tabel harga bahan sekunder	9
II.3	Tabel harga bahan tertier	9
II.4	Comprehensive Data Table Example	9
II.4	Comprehensive Data Table Example (lanjutan)	10
II.4	Comprehensive Data Table Example (lanjutan)	11
II.5	Contoh penggunaan kata ”sedangkan” dan ”sehingga”	13

DAFTAR KODE

II.1 Contoh pseudocode	12
II.2 Contoh source code Python	13

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Ultra-Marathon merupakan salah satu cabang olahraga lari yang kini kian populer. Hal ini ditunjukkan dengan kegiatan ITB Ultra-Marathon yang jumlah pesertanya terus meningkat sejak pertama kali diselenggarakan pada tahun 2017 (M. Naufal Hafizh September 2025). Seiring dengan meningkatnya partisipasi, kebutuhan akan sistem pelacakan pelari menjadi semakin penting. Sistem tersebut berperan dalam memastikan keselamatan, performa, dan pengalaman peserta secara keseluruhan, serta memberikan interaktivitas bagi panitia dan pendukung acara (Hochreiter 2024).

Dalam penyelenggaraan ITB Ultra-Marathon saat ini, pelacakan posisi peserta masih dilakukan secara manual. Kondisi ini menyulitkan panitia dalam memantau lokasi pelari secara real-time dan menyebabkan koordinasi antarpos menjadi kurang efisien. Dampaknya terlihat pada ketidakakuratan pengaturan mobil penjemput, yang kerap terlambat tiba di titik pengambilan peserta. Ketiadaan sistem pemantauan khusus juga membuat panitia dan peserta mengandalkan aplikasi umum seperti Google Maps untuk memprediksi estimasi waktu kedatangan (ETA), meskipun aplikasi tersebut tidak dirancang untuk konteks pelari. Permasalahan ini menegaskan perlunya mekanisme pelacakan yang terintegrasi, akurat, dan adaptif terhadap kebutuhan operasional marathon.

Rute marathon terdiri dari 16 segmen, dengan titik check point (CP) dan water station (WS) yang menjadi patokan untuk pemantauan real-time. Pelari dapat mengikuti kategori individu maupun relay, sehingga sistem harus mampu memantau pergantian anggota tim secara real-time dan menampilkan status anggota aktif di setiap segmen. Informasi posisi dan ETA pelari juga dapat dimanfaatkan panitia untuk mengatur transportasi dan shuttle support di jalur lomba.

Sistem komersial seperti MyLaps, ChronoTrack, dan Race Result menggunakan teknologi chip timing berbasis RFID untuk merekam waktu pelari secara otomatis di titik start, checkpoint, dan finish (Sjöbeck August 2022). Meskipun akurat dalam pencatatan waktu di titik-titik tertentu, sistem ini belum mendukung pemantauan posisi pelari secara kontinu di sepanjang lintasan. Keterbatasan ini menghambat kemampuan penyelenggara untuk melakukan tracking secara *real-time* dan memperkirakan ETA.

Sistem berbasis LoRaWAN dan GPS juga telah digunakan untuk pelacakan pelari dalam skala besar. Pada uji coba dengan lebih dari 35.000 peserta, sistem ini mampu memperbarui posisi setiap 30 detik melalui *mobile LoRaWAN gateway* pada kendaraan operasional, menunjukkan potensi untuk pelacakan real-time. Namun, LoRaWAN memerlukan arsitektur jaringan yang efisien dan terdistribusi untuk menjaga keandalan dan skalabilitas pengiriman data dalam sistem pelacakan berskala besar (Hochreiter 2024).

Mengenai prediksi ETA, metode yang tersedia saat ini umumnya dikembangkan untuk kendaraan, sehingga pendekatannya tidak sesuai untuk konteks pelari. Sistem ETA tersebut tidak mempertimbangkan pola pace pelari, karakteristik rute, elevasi lintasan, maupun dinamika performa yang berubah sepanjang waktu. Selain itu, metode ETA yang ada umumnya tidak dirancang untuk memproses data dari peserta dalam jumlah besar.

Keterbatasan berbagai solusi tersebut menunjukkan bahwa diperlukan sistem pelacakan yang dirancang khusus untuk kebutuhan ITB Marathon. Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan perancangan dan implementasi *backend* untuk *Real-Time Runner Tracking* dan *ETA Prediction* yang mampu beroperasi secara terukur (*scalable*) serta memiliki tingkat ketersediaan layanan yang tinggi (*high availability*). Sistem ini diharapkan dapat menyediakan informasi posisi dan prediksi waktu kedatangan pelari secara lebih akurat, sekaligus mendukung proses operasional kepanitiaan secara efisien dan andal.

I.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana merancang dan mengimplementasikan sistem *backend* untuk *Real-Time Runner Tracking* yang mampu memantau posisi ribuan peserta ITB Marathon secara akurat dan real-time, termasuk pemantauan per segmen,

- check point, dan status peserta (*finisher* atau *Did Not Finish*)?
2. Bagaimana merancang dan mengimplementasikan modul *ETA Prediction* yang mampu menghasilkan estimasi waktu kedatangan pelari secara relevan dengan karakteristik pergerakan pelari dan kondisi rute?
 3. Bagaimana memastikan bahwa sistem *backend* yang dibangun memiliki kemampuan skalabilitas (*scalability*) dan ketersediaan layanan yang tinggi (*high availability*) sehingga dapat beroperasi secara andal selama acara berlangsung?
 4. Bagaimana mengevaluasi kinerja sistem dalam menangani beban tinggi, khususnya dari aspek *throughput*, *latency*, *error rate*, dan *resource utilization*?

I.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disebutkan sebelumnya, tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Menghasilkan rancangan dan implementasi sistem *backend* untuk *Real-Time Runner Tracking* yang mampu memantau posisi ribuan peserta ITB Marathon secara akurat dan real-time, termasuk pemantauan per segmen, check point, dan status peserta (*finisher/DNF*).
2. Menghasilkan modul *ETA Prediction* yang mampu memberikan estimasi waktu kedatangan pelari secara relevan dengan pola pergerakan pelari, kondisi rute, dan dinamika performa pelari.
3. Menghasilkan arsitektur sistem *backend* yang mampu mendukung skalabilitas (*scalability*) dan ketersediaan layanan yang tinggi (*high availability*) sehingga sistem tetap dapat beroperasi secara andal selama acara berlangsung.
4. Menghasilkan evaluasi kinerja sistem dalam menangani beban tinggi, khususnya terkait *throughput*, *latency*, *error rate*, dan *resource utilization*.

Kriteria keberhasilan dari penelitian ini ditetapkan sebagai berikut.

1. Sistem *Real-Time Runner Tracking* mampu memperbarui posisi pelari secara real-time dengan tingkat keterlambatan pembaruan (update delay) yang berada dalam batas operasional yang dapat diterima oleh panitia.
2. Modul *ETA Prediction* mampu menghasilkan estimasi waktu kedatangan pelari dengan tingkat kesalahan prediksi yang rendah berdasarkan uji validasi pada data pergerakan pelari.
3. Arsitektur sistem mampu menangani skala pengguna sesuai jumlah peserta

ITB Marathon dan tetap beroperasi tanpa gangguan (*downtime*) selama simulasi atau pengujian beban.

4. Sistem memenuhi batas performa minimum pada pengujian beban, yang mencakup metrik *throughput*, *latency*, *error rate*, dan *resource utilization* sesuai target yang telah ditentukan.

I.4 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, terdapat beberapa batasan yang digunakan untuk memfokuskan ruang lingkup pekerjaan dan memastikan hasil penelitian tetap relevan dengan tujuan yang telah ditetapkan. Batasan-batasan tersebut adalah sebagai berikut.

1. Tugas akhir ini dikerjakan oleh dua orang mahasiswa, yaitu Dinda Thalia Fahira (18222055) dan Justin Lawrance (18222006), dengan pembagian fokus bahwa pengembangan *backend* dilakukan oleh Justin Lawrance, sedangkan pengembangan *frontend* dilakukan oleh Dinda Thalia Fahira.
2. Implementasi yang dibahas pada laporan ini hanya mencakup pengembangan sistem *backend* untuk *Real-Time Runner Tracking* dan *ETA Prediction*. Pengembangan *frontend* aplikasi tidak termasuk ruang lingkup pembahasan teknis pada laporan ini.
3. Sistem *backend* yang dikembangkan dibatasi pada fungsionalitas inti yang diperlukan untuk mendukung proses pelacakan dan prediksi, termasuk:
 - penerimaan dan pemrosesan data lokasi pelari.
 - penyimpanan data posisi secara real-time.
 - penyediaan *API* untuk konsumsi *frontend*.
 - modul prediksi waktu kedatangan (ETA).
 - pemantauan status pelari per segmen dan Checkpoint/Water Station.
 - deteksi *off-route*.
4. Sistem hanya memproses rute lomba yang telah ditentukan panitia, termasuk segmentasi jalur dan lokasi Checkpoint/Water Station. Perubahan rute saat lomba tidak ditangani sistem.
5. Backend mendukung kategori pelari individu dan tim relay dengan segmentasi tertentu. Pergantian pelari dicatat oleh sistem sesuai aturan panitia, namun status DNF atau penalti sepenuhnya ditentukan manual oleh panitia.
6. Evaluasi nonfungisional difokuskan pada metrik *performance* yang meliputi *throughput*, *latency*, *error rate*, dan *resource utilization*. Evaluasi aspek lain seperti keamanan, biaya operasional, atau konsumsi energi tidak dibahas

secara mendalam.

7. Pengujian dilakukan menggunakan data simulasi yang merepresentasikan pergerakan pelari dalam skala besar. Pengujian tidak dilakukan dalam kondisi event sesungguhnya.
8. Sistem tidak mencakup integrasi dengan perangkat pelacakan khusus (misalnya chip RFID atau sensor profesional) dan hanya memproses data lokasi berbasis koordinat yang dikirimkan dari aplikasi *frontend*.

I.5 Metodologi

Metodologi yang digunakan pada penelitian ini adalah pendekatan *Waterfall Model* dari *Software Development Life Cycle (SDLC)*. Pemilihan metodologi ini didasarkan pada batasan ruang lingkup sistem yang telah ditetapkan serta kebutuhan tahapan pengembangan yang sistematis dan terstruktur. Pengembangan dilakukan secara linear dan sekuensial, di mana setiap tahap harus diselesaikan sebelum melanjutkan ke tahap berikutnya, sehingga memudahkan pengukuran progres dan evaluasi hasil. Berikut tahapan-tahapan yang dilakukan:

1. Analisis Kebutuhan

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan dan analisis kebutuhan sistem backend untuk *Real-Time Runner Tracking* dan *ETA Prediction*. Kegiatan dilakukan melalui studi literatur terkait sistem pelacakan, algoritma prediksi ETA, serta arsitektur backend yang scalable dan memiliki ketersediaan layanan yang tinggi. Selain itu, dilakukan observasi dan wawancara dengan pengguna untuk memahami alur operasional, pembagian segmen lintasan, *Water Station*, dan kebutuhan data posisi peserta. Hasil dari tahap ini adalah spesifikasi kebutuhan fungsional dan non-fungsional sistem.

2. Perancangan Sistem

Berdasarkan hasil analisis kebutuhan, tahap perancangan mencakup penyusunan arsitektur sistem baik secara high-level maupun low-level, model database, spesifikasi API, *sequence diagram*, serta arsitektur deployment yang dirancang untuk mendukung skalabilitas dan *high availability*. Selain itu, perancangan juga mempertimbangkan rencana pengujian, pipeline deployment, dan mekanisme observability untuk memudahkan monitoring dan evaluasi sistem.

3. Implementasi

Tahap implementasi mencakup pengembangan backend sesuai desain yang telah dibuat. Proses dimulai dengan setup lingkungan pengembangan dan infrastruktur, kemudian diikuti dengan implementasi modul penerimaan dan

pemrosesan data posisi pelari secara *real-time*, penyimpanan data, penyediaan API, serta perhitungan prediksi ETA. Setiap modul dikembangkan secara sistematis agar backend berfungsi secara optimal dan sesuai spesifikasi.

4. Deployment

Tahap ini mencakup penyebaran sistem backend pada lingkungan *cloud* dengan arsitektur deployment yang mendukung (*high availability*) dan skalabilitas. Konfigurasi sistem dirancang agar dapat berjalan stabil saat menerima beban ribuan peserta. Tahap ini juga memastikan backend dapat diintegrasikan dengan frontend dan komponen lain untuk tahap pengujian.

5. Pengujian

Pengujian dilakukan untuk memastikan sistem berjalan sesuai spesifikasi. Tahap pengujian memiliki dua fokus utama.

(a) Pengujian Fungsional

Pengujian fungsional dilakukan untuk memastikan seluruh kebutuhan fungsional yang telah didefinisikan pada tahap perancangan berjalan sesuai spesifikasi. Tahap ini mencakup pengecekan alur data, integrasi antar modul, validasi input dan output, serta mekanisme pelacakan dan perhitungan ETA yang menjadi inti dari sistem backend.

(b) Pengujian Non-Fungsional

Pengujian non-fungsional difokuskan pada evaluasi kinerja sistem dalam menangani beban tinggi dan menjaga kualitas layanan. Metode yang digunakan meliputi load testing dan simulasi data ribuan peserta. Metrik yang diukur mencakup *throughput*, *latency*, *error rate*, dan *resource utilization*. Hasil pengujian didokumentasikan secara detail untuk mendukung evaluasi efektivitas dan skalabilitas sistem.

6. Evaluasi

Tahap evaluasi meliputi analisis hasil pengujian untuk menilai efektivitas sistem backend. Analisis mencakup perbandingan performa prediksi ETA, akurasi data posisi pelari, dan pemenuhan kriteria keberhasilan yang telah ditetapkan. Hasil evaluasi digunakan sebagai dasar dokumentasi temuan, pembelajaran, dan rekomendasi perbaikan sistem.

BAB II

STUDI LITERATUR

II.1 Penulisan Gambar, Tabel, Rumus, dan Kode

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetuer id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

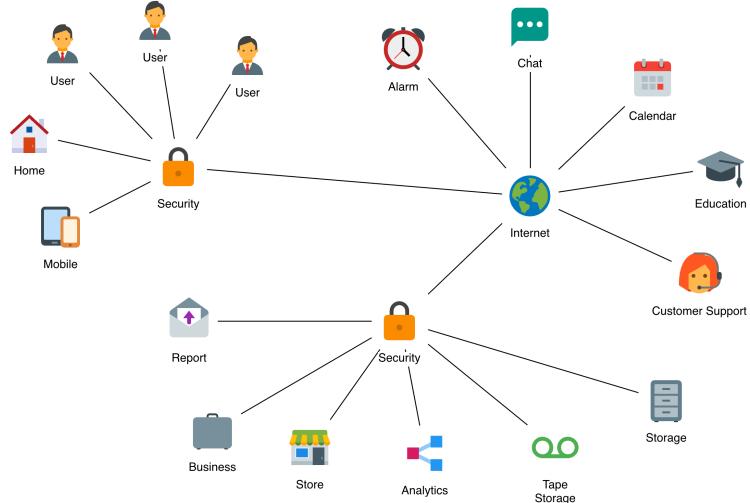
II.1.1 Gambar

Contoh gambar dapat dilihat pada Gambar II.1. Gambar dan judulnya diposisikan di tengah. Nomor gambar tidak diakhiri tanda titik. Gambar tersebut dibuat menggunakan aplikasi draw.io dan disimpan ke format PNG setelah dengan zoom setting pada angka 300%. Ukuran gambar yang ditampilkan dapat diatur dengan mengubah nilai *width* dalam sintaks *includegraphics*.

Gambar umumnya tidak jelas atau kabur jika gambar tersebut:

- a. diperoleh dari hasil cropping pada suatu halaman buku atau situs web;
- b. hasil pembesaran gambar yang gambar aslinya sebenarnya berukuran kecil; atau
- c. disimpan dalam resolusi kecil

Ketidakjelasan gambar ini dapat dilihat pada garis-garis diagram yang tidak tegas



Gambar II.1 Contoh gambar jaringan

dan tulisan-tulisan dalam gambar yang tampak kabur dan kurang jelas terbaca.

Untuk mendapatkan gambar yang tidak kabur (*blur*), langkah-langkah berikut dapat digunakan:

- (a) Gambar yang didapat di suatu pustaka atau referensi sebaiknya digambar ulang, misalnya menggunakan PowerPoint, Canva, Figma, draw.io, atau yang lainnya.
- (b) Jika diagram atau ilustrasi digambar menggunakan draw.io, saat gambar disimpan ke format PNG atau JPG (*export as*), lakukan *zoom* ke minimal 300% (*the default value is 100%*).
- (c) Jika diagram digambar dengan menggunakan PowerPoint, gambar dapat langsung di-*copy-paste* ke Word.

II.1.2 Tabel

Tabel ada dua jenis, yaitu tabel yang bisa termuat dalam satu halaman dan tabel yang sangat panjang sehingga tidak muat dalam satu halaman.

II.1.2.1 Tabel yang Muat dalam Satu Halaman

Contoh tabel dapat dilihat pada Tabel II.1 dan II.2. Tabel dan judulnya dibuat rata kiri dan judul tabel diletakkan di atas tabel. Usahakan tabel dapat ditulis dalam satu halaman, tidak terpotong ke halaman berikutnya.

Tabel II.1 Tabel harga bahan pokok

Nama	Satuan	Harga
Buku	Exemplar	25000
Komputer	Unit	2500000
Pensil	Buah	118900

Tabel II.2 Tabel harga bahan sekunder

Nama	Satuan	Harga
Buku	Exemplar	25000
Komputer	Unit	2500000
Pensil	Buah	118900

II.1.2.2 Mengimpor Tabel dari Berkas Eksternal

Tabel II.3 diimpor dari berkas eksternal *table/tabell.tex* menggunakan perintah *input*. Dengan demikian, jika tabel tersebut perlu diubah, cukup mengubah pada berkas eksternal tersebut tanpa perlu mengubah pada berkas utama ini.

Tabel II.3 Tabel harga bahan tertier

Nama	Satuan	Harga
Buku	Exemplar	25000
Komputer	Unit	2500000
Pensil	Buah	118900

II.1.2.3 Tabel yang Sangat Panjang

Jika tabel terlalu panjang sehingga tidak muat dalam satu halaman, gunakan paket *longtable* untuk membuat tabel yang dapat terpotong ke halaman berikutnya, seperti pada Tabel II.4.

Tabel II.4 Comprehensive Data Table Example

ID	Name	Score	Rank
1	Alice Smith	89	5
2	Bob Johnson	93	3
3	Carol Davis	95	2

Bersambung ke halaman berikutnya

Tabel II.4 Comprehensive Data Table Example (lanjutan)

ID	Name	Score	Rank
4	Daniel Wilson	88	6
5	Eve Thompson	97	1
6	Frank Brown	85	7
7	Grace Lee	91	4
8	Henry Miller	80	9
9	Irene Garcia	83	8
10	Jack Robinson	78	10
11	Kevin Harris	76	11
12	Laura Martin	75	12
13	Michael Clark	74	13
14	Natalie Lewis	73	14
15	Olivia Walker	72	15
16	Peter Hall	71	16
17	Quinn Allen	70	17
18	Rachel Young	69	18
19	Samuel King	68	19
20	Tina Wright	67	20
21	Uma Scott	66	21
22	Victor Green	65	22
23	Wendy Adams	64	23
24	Xavier Nelson	63	24
25	Yolanda Carter	62	25
26	Zachary Perez	61	26
27	Amelia Baker	60	27
28	Benjamin Rivera	59	28
29	Charlotte Rogers	58	29
30	David Murphy	57	30
31	Ethan Cooper	56	31
32	Fiona Reed	55	32
33	George Bailey	54	33
34	Hannah Cox	53	34
35	Isaac Howard	52	35
36	Julia Ward	51	36

Bersambung ke halaman berikutnya

Tabel II.4 Comprehensive Data Table Example (lanjutan)

ID	Name	Score	Rank
37	Kyle Flores	50	37
38	Lily Bell	49	38
39	Mason Sanders	48	39
40	Nora Patterson	47	40
41	Owen Ramirez	46	41
42	Penelope Torres	45	42
43	Quentin Foster	44	43
44	Rebecca Gonzales	43	44
45	Sebastian Bryant	42	45
46	Taylor Alexander	41	46
47	Ursula Russell	40	47
48	Vincent Griffin	39	48
49	William Diaz	38	49
50	Zoe Simmons	37	50

II.1.2.4 Beberapa Contoh Penulisan Rumus atau Persamaan Matematika Menggunakan LaTeX Termasuk Penomorannya

Contoh rumus matematika dapat ditulis seperti pada Persamaan II.1 di bawah ini. Penomoran persamaan diletakkan di sebelah kanan, dan rumus ditulis dalam mode *display math*.

$$E = mc^2 \quad (\text{II.1})$$

Contoh lain penulisan rumus matematika yang lebih kompleks dapat ditulis seperti pada Persamaan II.3.

$$f(x) = ax^2 + bx + c \quad (\text{II.2})$$

$$\begin{aligned} f'(x) &= \frac{d}{dx}(ax^2 + bx + c) \\ &= 2ax + b \end{aligned} \quad (\text{II.3})$$

Jika rumus terlalu panjang untuk ditulis dalam satu baris, gunakan lingkungan

multiline seperti pada Persamaan II.4 di bawah ini.

$$y = a_0 + a_1x + a_2x^2 + a_3x^3 + a_4x^4 + a_5x^5 + a_6x^6 + a_7x^7 \\ + a_8x^8 + a_9x^9 + a_{10}x^{10} \quad (\text{II.4})$$

Jika ada penurunan rumus yang terdiri dari beberapa baris, namun tidak memerlukan penomoran pada setiap baris, gunakan lingkungan *align**, misalnya:

$$\begin{aligned} S &= \sum_{i=1}^n i^2 \\ &= 1^2 + 2^2 + 3^2 + \cdots + n^2 \\ &= \frac{n(n+1)(2n+1)}{6} \end{aligned}$$

Contoh lainnya adalah rumus untuk mencari nilai rata-rata fungsi $f(x)$ pada interval $[p, q]$:

$$\begin{aligned} \bar{f} &= \frac{1}{q-p} \int_p^q f(x) dx \\ &= \frac{1}{q-p} \int_p^q (ax^2 + bx + c) dx \\ &= \frac{1}{q-p} \left[\frac{a}{3}x^3 + \frac{b}{2}x^2 + cx \right]_p^q \\ &= \frac{a(q^3 - p^3)}{3(q-p)} + \frac{b(q^2 - p^2)}{2(q-p)} + c \end{aligned}$$

II.1.3 Algoritma, Pseudocode, atau Kode

Contoh penulisan algoritma atau pseudocode dapat ditulis seperti pada Kode II.1 di bawah ini. Gunakan paket *listings* untuk menulis source code dalam bahasa pemrograman tertentu, seperti pada Kode II.2.

Kode II.1 Contoh pseudocode

```
ALGORITHM HelloWorld
    PRINT "Hello, World!"
END ALGORITHM
```

Tabel II.5 Contoh penggunaan kata "sedangkan" dan "sehingga"

Kata	Salah	Benar
sedangkan	Sedangkan sistem lama masih digunakan oleh banyak pengguna.	Sistem lama masih digunakan oleh banyak pengguna, sedangkan sistem baru belum siap.
sehingga	Sehingga sistem lama masih digunakan oleh banyak pengguna.	Sistem lama masih digunakan oleh banyak pengguna sehingga sistem baru belum siap.

Kode II.2 Contoh source code Python

```
def hello_world():
    print("Hello, World!")
hello_world()
```

II.2 Beberapa Kesalahan Penulisan yang Sering Terjadi

II.2.1 Penggunaan Kata "di mana" atau "dimana"

Banyak yang menuliskan kata "di mana" atau "dimana" sebagai pengganti kata "which" dalam bahasa Inggris. Padahal, penggunaan kata "di mana" atau "dimana" tidak tepat dalam konteks tersebut. Demikian juga untuk kata serupa, misalnya "yang mana". Kata "di mana" atau "dimana" ini harus diganti dengan kata lain, seperti "dengan", "tempat", "yang", dan sebagainya tergantung kalimatnya. Penjelasan lengkap dapat dilihat pada (*Buku Praktis Bahasa Indonesia 1/Kata - Wikisumber bahasa Indonesia 2024*).

II.2.2 Penggunaan Kata "sedangkan" dan "sehingga"

Kata "sedangkan" dan "sehingga" adalah kata hubung atau konjungsi. Konjungsi adalah kata atau ungkapan yang menghubungkan satuan bahasa (kata, frasa, klausa, dan kalimat). Konjungsi dapat dibagi menjadi konjungsi intrakalimat dan antarkalimat. Kata "sedangkan" menghubungkan dua klausa yang bersifat kontrasif, sedangkan "sehingga" menghubungkan dua klausa yang bersifat kausal. Dalam ragam formal, kata hubung "sedangkan" dan "sehingga" hanya dapat digunakan sebagai konjungsi intrakalimat sehingga kedua konjungsi itu **tidak dapat diletakkan pada awal kalimat**. Selain itu, penggunaan kata "sedangkan" harus didahului oleh koma (,), sedangkan kata "sehingga" tidak perlu didahului oleh koma (.). Contoh penggunaan yang benar dan salah dapat dilihat pada Tabel II.5.

II.2.3 Penggunaan Istilah yang Tidak Baku

Ada beberapa istilah yang sering digunakan dalam pembicaraan sehari-hari, tetapi tidak baku dalam penulisan ilmiah. Beberapa istilah tersebut antara lain:

1. analisa → analisis
2. eksisting atau existing → yang ada atau saat ini
3. bisnis proses → proses bisnis
4. user → pengguna
5. system → sistem
6. database → basis data
7. aktifitas → aktivitas
8. efektifitas → efektivitas
9. sosial media → media sosial

II.2.4 Pemisah Desimal dan Ribuan

Tanda pemisah desimal dalam bahasa Indonesia adalah tanda koma, contoh:

1. (Salah) Akurasi naik menjadi 50.6%
2. (Benar) Akurasi naik menjadi 50,6%

II.2.5 Daftar atau *List*

Ada beberapa aturan penulisan daftar atau *list* yang perlu diperhatikan, antara lain:

- a) Jika memungkinkan, hindari penggunaan “bullet points” atau sejenisnya. Sebaiknya, gunakan angka (1, 2, 3, ...) atau huruf (a, b, c, ...). Dengan demikian, pembaca dapat dengan mudah melihat jumlah *item* atau *list*.
- b) Jika dalam daftar hanya ada satu item, tidak perlu menggunakan nomor urut.
- c) Penjelasan atau deskripsi suatu item sebaiknya menyatu dengan judul item tersebut, tidak berbeda halaman. Contoh yang salah: judul item ada di halaman 10, namun deskripsinya di halaman 11. Sebaiknya pindahkan judul tersebut ke halaman 11.
- d) Jika penjelasan atau deskripsi suatu item cukup panjang, misalnya lebih dari 1 halaman atau terdiri atas beberapa paragraf, sebaiknya setiap item tersebut dijadikan judul subbab, kecuali jika level subbab sudah mencapai level 4.

II.2.6 Penggunaan Kata ”masing-masing” dan ”setiap”

Kata ”masing-masing” digunakan di belakang kata yang diterangkan, misalnya ”Setiap proses menggunakan algoritma masing-masing”. Kata ”tiap-tiap” atau

“setiap” ditempatkan di depan kata yang diterangkan, misalnya ”Setiap proses menggunakan algoritma tertentu”.

BAB III

ANALISIS MASALAH

III.1 Analisis Kondisi Saat Ini

Menurut Laudon dan Laudon (2020), gambarkan terlebih dahulu model konseptual sistem yang ada saat ini. Model konseptual ini berisi berbagai komponen atau subsitem dan interaksi antarsubsistem tersebut. Setelah itu, berikan penjelasan tentang masalah yang ada pada sistem tersebut. Paragraf berikut berisi contoh penjabaran masalah sistem informasi fasilitas kesehatan untuk pasien (Pressman 2019).

III.2 Analisis Kebutuhan

Quisque ullamcorper placerat ipsum. Cras nibh. Morbi vel justo vitae lacus tincidunt ultrices. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. In hac habitasse platea dictumst. Integer tempus convallis augue. Etiam facilisis. Nunc elementum fermentum wisi. Aenean placerat. Ut imperdiet, enim sed gravida sollicitudin, felis odio placerat quam, ac pulvinar elit purus eget enim. Nunc vitae tortor. Proin tempus nibh sit amet nisl. Vivamus quis tortor vitae risus porta vehicula.

III.2.1 Identifikasi Masalah Pengguna

Fusce mauris. Vestibulum luctus nibh at lectus. Sed bibendum, nulla a faucibus semper, leo velit ultricies tellus, ac venenatis arcu wisi vel nisl. Vestibulum diam. Aliquam pellentesque, augue quis sagittis posuere, turpis lacus congue quam, in hendrerit risus eros eget felis. Maecenas eget erat in sapien mattis porttitor. Vestibulum porttitor. Nulla facilisi. Sed a turpis eu lacus commodo facilisis. Morbi fringilla, wisi in dignissim interdum, justo lectus sagittis dui, et vehicula libero dui cursus dui. Mauris tempor ligula sed lacus. Duis cursus enim ut augue. Cras ac

magna. Cras nulla. Nulla egestas. Curabitur a leo. Quisque egestas wisi eget nunc. Nam feugiat lacus vel est. Curabitur consectetur.

III.2.2 Kebutuhan Fungsional

Suspendisse vel felis. Ut lorem lorem, interdum eu, tincidunt sit amet, laoreet vitae, arcu. Aenean faucibus pede eu ante. Praesent enim elit, rutrum at, molestie non, nonummy vel, nisl. Ut lectus eros, malesuada sit amet, fermentum eu, sodales cursus, magna. Donec eu purus. Quisque vehicula, urna sed ultricies auctor, pede lorem egestas dui, et convallis elit erat sed nulla. Donec luctus. Curabitur et nunc. Aliquam dolor odio, commodo pretium, ultricies non, pharetra in, velit. Integer arcu est, nonummy in, fermentum faucibus, egestas vel, odio.

III.2.3 Kebutuhan Nonfungsional

Sed commodo posuere pede. Mauris ut est. Ut quis purus. Sed ac odio. Sed vehicula hendrerit sem. Duis non odio. Morbi ut dui. Sed accumsan risus eget odio. In hac habitasse platea dictumst. Pellentesque non elit. Fusce sed justo eu urna porta tincidunt. Mauris felis odio, sollicitudin sed, volutpat a, ornare ac, erat. Morbi quis dolor. Donec pellentesque, erat ac sagittis semper, nunc dui lobortis purus, quis congue purus metus ultricies tellus. Proin et quam. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos hymenaeos. Praesent sapien turpis, fermentum vel, eleifend faucibus, vehicula eu, lacus.

III.3 Analisis Pemilihan Solusi

III.3.1 Alternatif Solusi

Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Donec odio elit, dictum in, hendrerit sit amet, egestas sed, leo. Praesent feugiat sapien aliquet odio. Integer vitae justo. Aliquam vestibulum fringilla lorem. Sed neque lectus, consectetur at, consectetur sed, eleifend ac, lectus. Nulla facilisi. Pellentesque eget lectus. Proin eu metus. Sed porttitor. In hac habitasse platea dictumst. Suspendisse eu lectus. Ut mi mi, lacinia sit amet, placerat et, mollis vitae, dui. Sed ante tellus, tristique ut, iaculis eu, malesuada ac, dui. Mauris nibh leo, facilisis non, adipiscing quis, ultrices a, dui.

III.3.2 Analisis Penentuan Solusi

Morbi luctus, wisi viverra faucibus pretium, nibh est placerat odio, nec commodo wisi enim eget quam. Quisque libero justo, consectetur a, feugiat vitae, porttitor eu, libero. Suspendisse sed mauris vitae elit sollicitudin malesuada. Maecenas ultricies eros sit amet ante. Ut venenatis velit. Maecenas sed mi eget dui varius euismod. Phasellus aliquet volutpat odio. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae; Pellentesque sit amet pede ac sem eleifend consectetur. Nullam elementum, urna vel imperdiet sodales, elit ipsum pharetra ligula, ac pretium ante justo a nulla. Curabitur tristique arcu eu metus. Vestibulum lectus. Proin mauris. Proin eu nunc eu urna hendrerit faucibus. Aliquam auctor, pede consequat laoreet varius, eros tellus scelerisque quam, pellentesque hendrerit ipsum dolor sed augue. Nulla nec lacus.

BAB IV

DESAIN KONSEP SOLUSI

Ilustrasikan desain konsep solusi dalam bentuk model konseptual dan penjelasan secara ringkas, beserta perbedaannya dengan sistem saat ini. Ilustrasi harus dapat dibandingkan (*before and after*). Karena masih berupa proposal, bab ini hanya berisi gambar desain konsep solusi tersebut dan penjelasan perbandingannya dengan gambar sistem yang ada saat ini (yang tergambar di awal Bab III).

BAB V

RENCANA SELANJUTNYA

Jelaskan secara detail langkah-langkah rencana selanjutnya, hal-hal yang diperlukan atau akan disiapkan, dan risiko dan mitigasinya, yang meliputi:

1. Rencana implementasi, termasuk alat dan bahan yang diperlukan, lingkungan, konfigurasi, biaya, dan sebagainya.
2. Desain pengujian dan evaluasi, misalnya metode verifikasi dan validasi.
3. Analisis risiko dan mitigasi, misalnya tindakan selanjutnya jika ada yang tidak berjalan sesuai rencana.

DAFTAR PUSTAKA

- Buku Praktis Bahasa Indonesia 1/Kata - Wikisumber bahasa Indonesia.* 2024. Diakses pada October 22, 2025. https://id.wikisource.org/wiki/Buku_Praktis_Bahasa_Indonesia_1/Kata.
- Hochreiter, Dominik. 2024. “Athlete Tracking at a Marathon Event with LoRa: A Performance Evaluation with Mobile Gateways”. *Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI)*, <https://doi.org/10.1016/j.jom.2023.01.005>.
- Laudon, Kenneth C., dan Jane P. Laudon. 2020. *Sistem Informasi Manajemen*. Jakarta: Pearson Education.
- M. Naufal Hafizh, S.S. September 2025. “wondr ITB Ultra Marathon 2025 Sukses Digelar, Alumni sampai Guru SD Turut Menyumbang untuk Dana Lestari”. Disunting oleh S.S. M. Naufal Hafizh. Accessed November 30, 2025, *ITB Official Website* (). <https://itb.ac.id/berita/wondr-itb-ultra-marathon-2025-sukses-digelar-alumni-hingga-guru-sd-turut-menyumbang-untuk-dana-lestari/62873>.
- Pressman, Roger S. 2019. *Rekayasa Perangkat Lunak: Pendekatan Praktisi*. Yogyakarta: McGraw-Hill Education.
- Sjöbeck, Erik. August 2022. “How Does an RFID Chip Timing System Work?” Accessed Desember 1, 2025, *RaceID* (). <https://raceid.com/organizer/timing/how-does-an-rfid-chip-timing-system-work/>.