

PENGEMBANGAN EARLY WARNING SYSTEM DENGAN SMTPCLIENT UNTUK MENINGKATKAN KINERJA MANAJEMEN DATA AKREDITASI DI PTS Y

DEVELOPMENT OF EARLY WARNING SYSTEM USING SMTPCLIENT TO IMPROVE ACCREDITATION DATA MANAGEMENT AT PTS Y

Tifani Anasya Putri¹, Octarifa Angela², Sekar Aurannisa Ramdhani Qadriah³, Dedi Trisnawarman⁴, Jap Tji Beng^{5*}

Fakultas Teknologi Informasi, Program Studi Sistem Informasi, Universitas Tarumanagara, Jakarta^{1,2,3,4,5}

t.jap@untar.ac.id⁵

ABSTRACT

Early Warning System (EWS) is designed to provide early notifications about potential issues affecting a system. This research applies EWS to inform stakeholders about accreditation challenges in the study programs at Private University Y, which currently lacks such a system. EWS is vital for managing accreditation data and ensuring educational standards are upheld. By implementing EWS, proactive measures can be taken to prevent declines in data that do not meet key performance indicators (KPIs). The methodology includes data collection through interviews and the application of Scrum, following PMBOK guidelines. Implementation utilizes SmtplibClient within VB.NET and ASP.NET, with database access via SQL Server Management Studio (SSMS) 18. Testing results indicate that the system successfully delivers notifications regarding data declines. In conclusion, SmtplibClient facilitates the development of web-based applications and enables EWS notifications to be sent via email, enhancing accreditation management at the university.

Keywords: Early Warning System, Smtplibclient, PMBOK, Accreditation, Higher Education

ABSTRAK

*Early Warning System (EWS) adalah mekanisme untuk memberikan pemberitahuan dini tentang masalah yang dapat memengaruhi suatu sistem. Penelitian ini menerapkan EWS untuk memberikan notifikasi terkait masalah akreditasi program studi di perguruan tinggi swasta Y, yang saat ini belum memiliki sistem serupa. EWS penting dalam manajemen data akreditasi, memastikan pendidikan sesuai standar. Dengan adanya EWS, tindakan proaktif dapat diambil untuk mencegah penurunan kuantitas data yang tidak memenuhi *key performance indicators* (KPI). Metode yang digunakan dalam penelitian ini meliputi pengumpulan data melalui wawancara dan penerapan Scrum yang diselenggarakan dengan PMBOK. Implementasi dilakukan menggunakan SmtplibClient dalam VB.NET dan ASP.NET, serta akses database melalui *SQL Server Management Studio* (SSMS) 18. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem berhasil memberikan notifikasi terkait penurunan data. Kesimpulannya, penggunaan SmtplibClient mempermudah pengembangan aplikasi berbasis web dan pengiriman pesan notifikasi EWS melalui email, mendukung pengelolaan akreditasi di perguruan tinggi.*

Kata Kunci: Early Warning System, Smtplibclient, PMBOK, Akreditasi, Perguruan Tinggi.

PENDAHULUAN

Perguruan tinggi adalah lembaga pendidikan yang menyelenggarakan pendidikan tingkat lanjut setelah jenjang pendidikan menengah. Di Indonesia, perguruan tinggi dapat berbentuk universitas, institut, sekolah tinggi, politeknik, maupun akademi, yang menawarkan berbagai program studi baik di tingkat sarjana, magister, hingga doktoral (Kemdikbud, 2024). Fungsi utama perguruan tinggi adalah

menghasilkan lulusan yang memiliki kompetensi akademik dan profesional, serta berperan sebagai pusat penelitian dan pengabdian kepada masyarakat.

Akreditasi berperan penting untuk menunjukkan kualitas dan kredibilitas sebuah universitas, serta memberikan informasi kepada calon mahasiswa dan orang tua tentang kinerja institusi tersebut (Fernandes & Singh, 2022). Dengan akreditasi, perguruan tinggi tidak hanya mampu menjaga standar kualitas

pendidikan, tetapi juga dapat membangun reputasi yang baik di masyarakat (Acevedo-De-los-Ríos & Rondinel-Oviedo, 2022). Hal ini berpotensi meningkatkan minat penerimaan mahasiswa baru dan kepercayaan masyarakat terhadap perguruan tinggi.

Di Indonesia proses akreditasi dilakukan secara berkala oleh Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi (BAN-PT) dengan tujuan untuk menilai kualitas institusi pendidikan berdasarkan standar yang telah ditetapkan. Berdasarkan informasi dari halaman web resmi Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi (BAN-PT), akreditasi ini terbagi menjadi dua jenis, yaitu Akreditasi Perguruan Tinggi (APT) yang menilai kualitas institusi secara keseluruhan, dan Akreditasi Program Studi (APS) yang berfokus pada penilaian kualitas program studi tertentu. Untuk memenuhi persyaratan akreditasi, perguruan tinggi perlu mengelola dan menyajikan data yang akurat terkait berbagai aspek operasional, akademik, dan administrasi. Namun, Menurut Peraturan BAN-PT Nomor 9 Tahun 2020 mengenai Kebijakan Pengalihan Akreditasi Program Studi (APS) dari BAN-PT ke Lembaga Akreditasi Mandiri (LAM), akreditasi program studi (APS) kini berada di bawah LAM (BAN-PT, 2022; Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, 2022). Namun, BAN-PT masih bertanggung jawab untuk melakukan akreditasi bagi program studi yang belum diakreditasi oleh LAM, sesuai dengan Pasal 103 Ayat (1) dalam Permendikbudristek Nomor 53 Tahun 2023 (Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi, 2023). Pengalihan ini bertujuan untuk menilai kelayakan perguruan tinggi, baik negeri maupun swasta, berdasarkan kriteria yang sesuai dengan Standar Nasional Pendidikan Tinggi (BAN-PT, 2022; Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, 2022).

Namun, seiring perkembangan zaman yang ditandai dengan meluasnya adopsi teknologi digital yang dimulai sejak

era revolusi 4.0 (Rikie Lam dkk., 2023), pengelolaan data secara manual seringkali menghadapi tantangan, terutama dalam hal efisiensi dan ketepatan waktu. Oleh karena itu, penerapan sistem manajemen data berbasis digital semakin penting untuk membantu memfasilitasi penyimpanan, pengelolaan, dan pemantauan data akreditasi secara lebih efisien. Salah satu teknologi yang dapat digunakan untuk mendukung hal tersebut adalah sistem *Early Warning System* (EWS), yang dapat diterapkan di berbagai sektor, seperti kesehatan untuk mendeteksi wabah penyakit (La Rosa dkk., 2021; Shah dkk., 2022), keuangan untuk memantau risiko kebangkrutan atau penurunan pasar (Jun Wang Mao Li & Skitmore, 2024; Sahiner, 2024), pertanian untuk mengantisipasi perubahan iklim (Pampana dkk., t.t.; Roy dkk., 2022), industri untuk mendeteksi kerusakan mesin atau kegagalan produksi (Deng dkk., 2023; S. Li dkk., 2022), serta lingkungan untuk memprediksi bencana alam seperti gempa bumi (Abdalzaher dkk., 2022; McBride dkk., 2022). EWS berfungsi untuk memberikan peringatan dini terkait potensi masalah yang mungkin muncul dalam pengelolaan data. Selain itu, EWS dapat menjadi solusi cerdas dalam mengelola risiko, mengingat gadget elektronik telah menjadi bagian integral dari kehidupan sehari-hari (Tji Beng dkk., 2020). Pengiriman notifikasi melalui email oleh sistem EWS menjadi sangat efektif, karena hampir semua orang selalu terhubung melalui perangkat mobile mereka. Dengan demikian, program studi dapat segera merespons dan mengambil langkah proaktif dengan cepat ketika ada indikasi bahwa data akreditasi mungkin tidak memenuhi standar yang ditetapkan.

Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang lebih fokus pada prediksi tanpa pengiriman notifikasi (Donnelly dkk., 2024; X. Li dkk., 2023; Pampana dkk., t.t.), penelitian ini mengembangkan sistem peringatan dini dengan menggunakan *Rule-based Early Warning System* untuk menganalisis data yang tidak

memenuhi KPI. Setelah dianalisis, peringatan akan dikirimkan secara otomatis melalui email menggunakan SMTPClient, memberikan respons yang lebih cepat dan terukur.

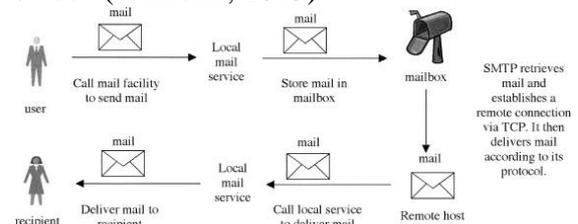
Di PTS Y, saat ini belum ada notifikasi peringatan dini yang diperlukan untuk memantau data akreditasi program studi. Hal ini mengindikasikan adanya kebutuhan mendesak untuk mengembangkan *Early Warning System* (EWS) yang terintegrasi dengan *dashboard* visualisasi data. Dengan adanya sistem ini, PTS Y diharapkan dapat mengelola data akreditasi secara lebih efektif dan efisien. EWS bisa digunakan sebagai alat untuk memonitor data secara real-time (Ye dkk., 2019), mengidentifikasi potensi masalah, dan mengirimkan notifikasi (Meckawy dkk., 2022) otomatis kepada pemangku kepentingan ketika ada indikasi penurunan kuantitas data program studi.

Sebagai contoh, jika jumlah mahasiswa aktif mengalami penurunan dari tahun sebelumnya, EWS akan segera memberikan notifikasi kepada pihak-pihak terkait, sehingga mereka dapat melakukan tindakan korektif sebelum masalah menjadi lebih besar. Dengan demikian, sistem ini tidak hanya menjadi alat bantu untuk mengatasi kendala dalam pengumpulan dan pengelolaan data akreditasi, tetapi juga mendukung PTS Y dalam mencapai akreditasi yang lebih baik. Integrasi EWS dengan *dashboard* visualisasi data akan memberikan gambaran yang jelas dan mudah dipahami, sehingga memudahkan pengambilan keputusan yang lebih cepat dan tepat.

Dalam implementasinya di PTS Y, EWS dirancang secara otomatis mengirimkan pesan atau notifikasi kepada pemangku kepentingan ketika terdeteksi kondisi tertentu yang berkaitan dengan data program studi, seperti penurunan jumlah data yang signifikan. Sistem ini akan memanfaatkan protokol Smtplib yang diimplementasikan dengan Visual Basic.NET dan ASP.NET. Dalam hal ini,

Visual Basic.NET berfungsi sebagai komponen *backend* yang bertugas mengakses, mengolah, dan mengelola data yang tersimpan di *SQL Server* dengan alat bantu pengelolaan melalui *SQL Server Management Studio* (SSMS) 18. Penggunaan Visual Basic.NET memungkinkan integrasi yang kuat dengan *database*, sehingga sistem dapat mendeteksi perubahan data secara real-time dan memicu pengiriman notifikasi secara otomatis.

Simple Mail Transfer Protocol (SMTP) atau Smtplib adalah layanan yang berbasis TCP (*Transmission Control Protocol*) (Wilhelm, 2013). TCP adalah protokol yang berorientasi koneksi (Wilhelm, 2013), yang berarti bahwa sebelum data dapat dikirimkan, sebuah koneksi harus dibangun antara pengirim dan penerima dirancang untuk melakukan pertukaran pesan elektronik antar sistem jaringan. SMTP memainkan peran penting dalam pengiriman e-mail melalui internet, di mana ia digunakan oleh sebagian besar klien e-mail untuk mengirimkan pesan ke *server* (Wilhelm, 2013).



Gambar 1. STMP

Sumber: (Shay, 2003)

Gambar 1 menunjukkan bagaimana email dikirim melalui mail lokal, SMTP, dan TCP. Ketika seseorang mengirim email, sistem mail lokal akan memeriksa apakah alamat tujuan ada di dalam jaringan lokal atau perlu menghubungi lokasi lain. Jika alamat tersebut berada di luar jaringan lokal, sistem mail lokal akan menyimpan email tersebut (seperti saat kita menaruh surat di kotak pos) hingga klien SMTP siap untuk mengirimkannya. Saat klien SMTP siap, langkah pertama yang dilakukan adalah menghubungi TCP untuk membuat koneksi ke lokasi jarak jauh. Setelah koneksi terjalin, klien dan

server SMTP akan bertukar data dan akhirnya mengirimkan email tersebut. Di sisi tujuan, sistem mail lokal akan menerima email dan mengantarkannya kepada penerima yang dituju.

Dengan mengembangkan sebuah sistem peringatan yang dikenal sebagai *Early Warning System* (EWS), yang terintegrasi dengan *dashboard* visualisasi data, PTS Y dapat mengelola data akreditasi dengan lebih efektif dan efisien. Sistem ini dirancang untuk menjadi solusi yang tepat dalam mengatasi berbagai kendala yang muncul selama proses pengumpulan dan pengelolaan data akreditasi. Dengan demikian, EWS diharapkan dapat mendukung PTS Y dalam mencapai akreditasi yang lebih baik dan meningkatkan kualitas layanan pendidikan yang diberikan.

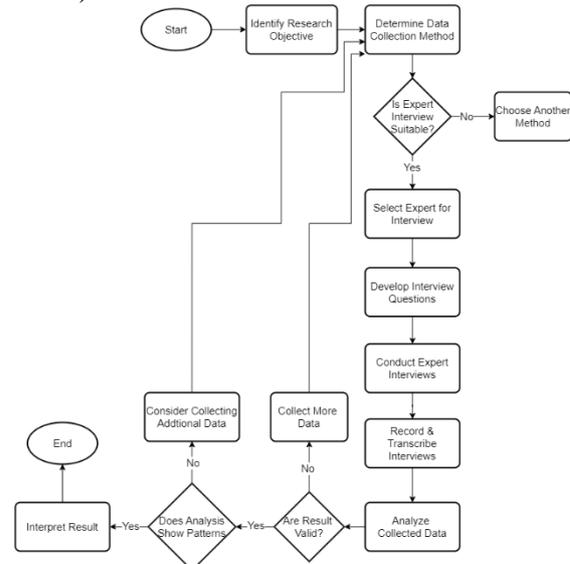
METODE

Metode penelitian meliputi dua aspek utama, yaitu metode pengumpulan data dan metode pengembangan perangkat lunak. Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara untuk mendapatkan informasi yang relevan dengan kebutuhan sistem, sedangkan pengembangan software menggunakan metode Scrum yang dikenal fleksibel dan adaptif terhadap perubahan

Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan tahap penting dalam penelitian ini yang bertujuan untuk mendapatkan informasi yang relevan dan akurat (Walliman, 2010) sebagai dasar pengembangan sistem. Metode yang digunakan untuk pengumpulan data adalah wawancara, yang memungkinkan eksplorasi mendalam terhadap kebutuhan sistem. Pendekatan yang digunakan adalah *Expert Interview*, dimana wawancara dilakukan dengan individu yang memiliki keahlian dan pengalaman khusus di bidang yang relevan. Dengan melibatkan para ahli, penelitian ini dapat memastikan bahwa pengumpulan data mencakup perspektif yang beragam dan terperinci, sehingga

menghasilkan informasi yang lebih komprehensif untuk pengembangan sistem yang lebih efektif dan sesuai dengan kebutuhan nyata di lapangan (Döringer, 2021).



Gambar 2. Tahapan Penelitian

Sumber: Dokumentasi Pribadi

Flowchart pengumpulan data yang ditunjukkan pada **Gambar 2** menjelaskan langkah-langkah dalam mengumpulkan data melalui wawancara dengan para ahli. Proses ini dimulai dengan mengidentifikasi tujuan penelitian. Langkah pertama adalah menetapkan tujuan penelitian yang ingin dicapai, yang akan menjadi dasar dalam pemilihan metode pengumpulan data yang tepat. Tujuan dari penelitian ini adalah menerapkan teknologi *Early Warning System* (EWS) untuk mendeteksi masalah yang mungkin timbul dalam proses pengolahan data akreditasi. Dalam implementasinya, SMTP client digunakan sebagai langkah teknis untuk mendukung pengiriman pesan secara lebih efisien dan andal. Dengan demikian, EWS diharapkan dapat meminimalkan masalah dalam proses pengolahan data akreditasi program studi sebelum masalah tersebut berkembang lebih jauh.

Setelah tujuan penelitian ditetapkan, peneliti menentukan metode pengumpulan data yang akan digunakan. Jika wawancara dengan para ahli dianggap sesuai, proses dilanjutkan dengan memilih narasumber

yang tepat. Namun, jika wawancara tidak cocok, metode lain perlu dipertimbangkan. Apabila *expert interview* dipilih, langkah selanjutnya adalah memilih pakar yang relevan serta menyusun pertanyaan wawancara yang sesuai. Dalam hal ini, narasumber yang dipilih adalah kepala departemen IT dari PTS Y, yang memiliki pemahaman mendalam mengenai pengolahan data akreditasi program studi di institusi tersebut.

Setelah pertanyaan disusun, wawancara dilakukan, dan data yang diperoleh direkam serta ditranskripsikan untuk analisis lebih lanjut. Setelah data dianalisis, peneliti mengevaluasi validitas hasil wawancara. Jika hasilnya tidak valid, pengumpulan data tambahan diperlukan. Namun, jika hasilnya valid, peneliti akan memeriksa apakah analisis menunjukkan pola atau temuan tertentu. Jika tidak ada pola yang terlihat, peneliti dapat mempertimbangkan untuk mengumpulkan lebih banyak data. Sebaliknya, jika pola ditemukan, hasil analisis dapat diinterpretasikan. Dengan demikian, proses pengumpulan dan analisis data dapat dianggap selesai, dan hasil wawancara siap digunakan dalam proses selanjutnya.

Pengembangan Software

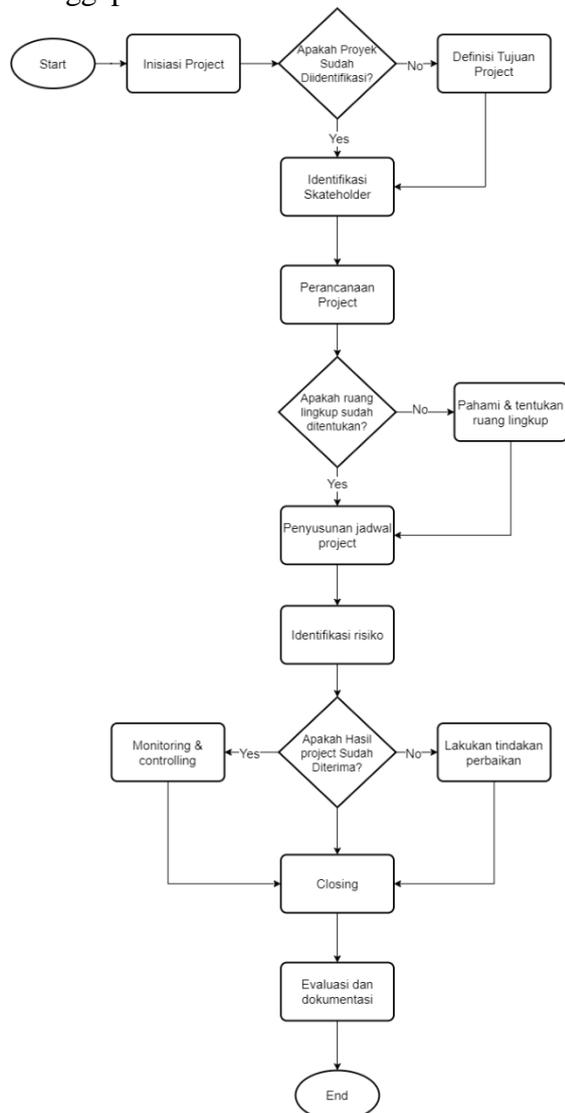
Memahami alur metodologi pengembangan *software* adalah salah satu hal penting dalam memastikan bahwa solusi teknologi yang dibangun mampu memenuhi kebutuhan pengguna dan tujuan proyek secara keseluruhan (Mishra & Alzoubi, 2023). Pada proyek ini, metode Scrum digunakan sebagai pendekatan utama dalam pengembangan *software*. Scrum, yang berfokus pada kolaborasi tim, iterasi yang singkat, dan fleksibilitas dalam menanggapi perubahan, dipilih untuk memfasilitasi proses yang adaptif dan responsif terhadap perubahan kebutuhan selama siklus pengembangan. Namun, karena proyek ini berskala besar dan kompleks, diperlukan kerangka kerja yang lebih terstruktur, sehingga kerangka

kerja *Project Management Body of Knowledge* (PMBOK) digunakan untuk memastikan bahwa semua aspek manajemen proyek, seperti ruang lingkup, waktu, dan kualitas, dikelola dengan baik (Miñano Corro dkk., 2023), (Budiman dkk., 2022; *Guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide)*, 2021). PMBOK mencakup beberapa fase utama, yaitu *initiation*, *planning*, *execution*, *monitoring and controlling*, dan *closing/closure* (Miñano Corro dkk., 2023).

Gambar 3 merupakan *flowchart* yang menggambarkan siklus manajemen proyek dari awal hingga akhir. Proyek dimulai dengan inisiasi, dimana tujuan proyek didefinisikan dengan jelas, seperti pada kasus ini, tujuannya adalah mengembangkan sistem yang akan mengirimkan pesan notifikasi jika dalam pengolahan data akreditasi terdapat data yang tidak mencapai *Key Performance Indicator* (KPI), sehingga dapat dilakukan tindakan proaktif sebelum masalah menjadi lebih besar. Setelah tujuan ditentukan, proyek harus diidentifikasi dengan memastikan bahwa semua elemen yang diperlukan telah ditetapkan. Jika proyek telah diidentifikasi, langkah selanjutnya adalah mengidentifikasi stakeholder, dalam hal ini adalah program studi dan departemen IT di PTS Y yang akan terlibat dan terkena dampak dari proyek ini.

Setelah itu, proyek memasuki tahap perencanaan, dimana ruang lingkup ditetapkan hanya mencakup program studi yang ada di PTS Y, dan jadwal proyek dibuat untuk memastikan aktivitas dapat diatur secara efektif. Setelah jadwal dibuat, proyek dilanjutkan dengan identifikasi risiko, di mana semua potensi masalah diantisipasi sejak dini. Seiring berjalannya proyek, monitoring dan controlling dilakukan untuk memastikan semua aktivitas sesuai dengan rencana. Jika terjadi penyimpangan atau masalah, maka harus dilakukan tindakan perbaikan.

Pada tahap selanjutnya, evaluasi dilakukan untuk menilai apakah hasil proyek telah diterima oleh para pemangku kepentingan. Penulis akan melakukan uji coba kepada kepala bagian IT di PTS Y sebagai narasumber untuk memastikan bahwa sistem sudah sesuai dengan yang diharapkan. Jika hasil proyek belum diterima, maka dilakukan perbaikan agar sesuai dengan harapan. Setelah hasil diterima, proyek memasuki tahap penutupan, dimana dilakukan dokumentasi dan penyelesaian administrasi proyek. Proses diakhiri dengan evaluasi dan dokumentasi, di mana semua pelajaran dari proyek dicatat untuk digunakan di masa depan, sebelum proyek secara resmi dianggap selesai.



Gambar 3. Flowchart siklus manajemen proyek

Sumber: Dokumentasi Pribadi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil dari metode pengumpulan data, yang meliputi wawancara dan pengumpulan dokumen tambahan, ditemukan bahwa terdapat 13 jenis data kuantitatif yang diperlukan dalam proses akreditasi program studi di PTS Y. Pada penelitian ini, hanya data kuantitatif yang digunakan untuk penerapan *Early Warning System (EWS)*. Data tersebut dibagi menjadi tiga kelompok utama: mahasiswa, dosen, dan staff. **Tabel 1** memberikan detail data untuk ketiga kelompok tersebut.

Tabel 1. Detail Elemen Data

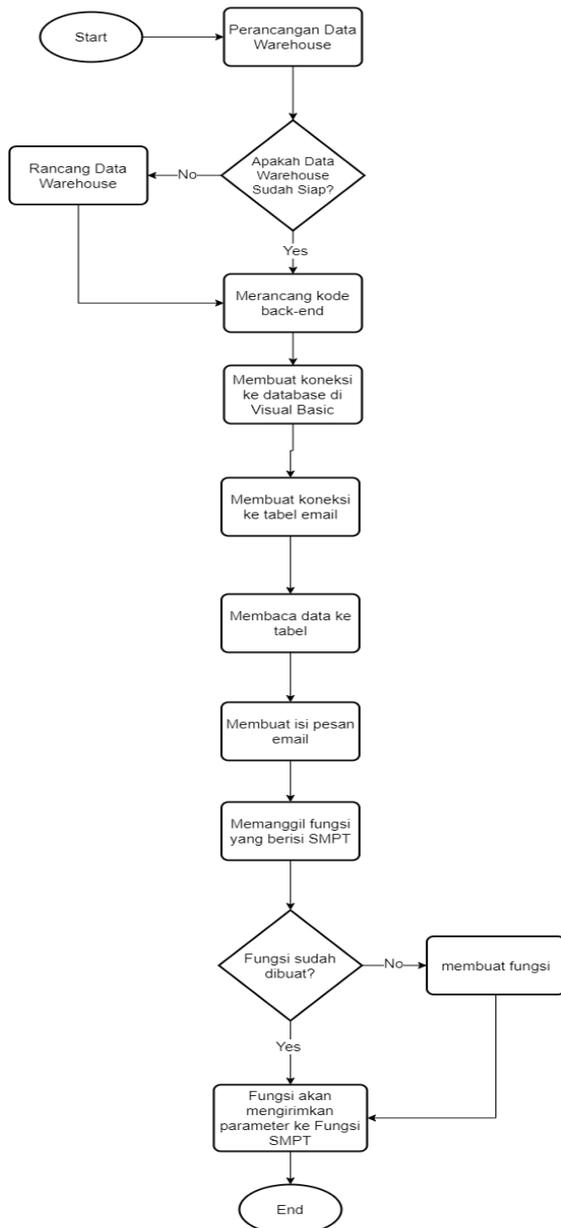
No	Kelompok	Elemen
		Jumlah Mahasiswa Aktif
		Jumlah Mahasiswa baru
		Jumlah Mahasiswa Lulus
		Jumlah Mahasiswa Berdasarkan Jangkauan Bidang Kerja Setelah Lulus
1	Mahasiswa	Jumlah Mahasiswa Berdasarkan Lama Tunggu Untuk Mendapatkan Pekerjaan Setelah Lulus
		Jumlah Mahasiswa Berdasarkan Kesesuaian Bidang Pekerjaan Dengan Bidang Studi
		Jumlah Mahasiswa Lulus Berdasarkan IPK Minimum, Maksimum, dan

		Rata-rata
		Jumlah Dosen Berdasarkan Status Pegawai (Tetap/Tidak Tetap)
		Jumlah Dosen yang Aktif Mengajar
2	Dosen	Jumlah Dosen Berdasarkan Tingkat Pendidikan (Magister/Doktor)
		Jumlah Mahasiswa yang Dibimbing Oleh Dosen Untuk Skripsi
		Jumlah Staff Berdasarkan Status Pegawai (Tetap/Tidak tetap)
3	Staff	Jumlah Staff Berdasarkan Status Pegawai (Tetap/Tidak Tetap)

Setelah mengetahui kebutuhan sistem berdasarkan data kuantitatif yang dibutuhkan dalam proses akreditasi, langkah selanjutnya adalah melakukan pengembangan *software*. Pengembangan ini difokuskan pada implementasi *Early Warning System* (EWS) yang bertujuan untuk memonitoring data-data yang telah diidentifikasi sebelumnya. Dalam implementasinya, EWS akan menggunakan SMTP Client sebagai media untuk mengirimkan notifikasi secara otomatis. Sistem ini dirancang untuk memberikan peringatan dini kepada pihak-pihak terkait apabila terdapat data yang tidak memenuhi *Key Performance Indicator* (KPI), sehingga dapat segera dilakukan tindakan proaktif sebelum masalah tersebut berkembang lebih lanjut.

Dalam pengembangan *software* ini, metode Scrum dipilih dan diselaraskan

dengan kerangka kerja PMBOK (*Project Management Body of Knowledge*) sebagai fondasi utama. Pendekatan ini memungkinkan tim untuk bekerja secara iteratif dan fleksibel, dengan tetap mempertahankan manajemen proyek yang sistematis dan terstruktur sesuai dengan prinsip-prinsip PMBOK. **Gambar 8** menunjukkan *flowchart* pengembangan *software* untuk *Early Warning System* dengan SMTPClient yang dirancang untuk meningkatkan kinerja manajemen data akreditasi di PTS Y. Sebelum sistem diterapkan secara otomatis untuk membaca penurunan data, diperlukan beberapa fungsi yang harus dibuat. **Gambar 4 dan 7** merupakan fungsi yang harus disiapkan sebelum sistem dibuat.



Gambar 4. Flowchart Fungsi Mengirim Email

Sumber: Dokumentasi Pribadi

Gambar 4, merupakan tahapan yang menjelaskan proses pengiriman email dalam sistem menggunakan protokol *Simple Mail Transfer Protocol* (SMTP), dimulai dari tahap perancangan *Data Warehouse* hingga pengiriman email. Pertama, sistem memeriksa apakah *Data Warehouse* sudah siap. Jika belum, pengembang harus merancang *Data Warehouse* terlebih dahulu. Hasil dari perancangan *Data Warehouse* menghasilkan 11 tabel, seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 5**. Tabel-tabel

tersebut akan digunakan untuk menyimpan dan mengelola data yang relevan dengan sistem, dan merupakan dasar untuk pengolahan data lebih lanjut dalam *backend*. Setelah *Data Warehouse* siap, langkah berikutnya adalah merancang kode untuk bagian *backend* dan membuat koneksi ke database menggunakan Visual Basic. Setelah koneksi ke database berhasil, data yang relevan dari tabel di database dibaca dan disimpan ke dalam variabel di *backend*. Setelah *Data Warehouse* siap, pengembang menulis kode *backend* dan membuat koneksi ke database menggunakan Visual Basic, lalu menghubungkan sistem ke tabel yang menyimpan data email.

- ☒ ☒ dbo.dim_alumni
- ☒ ☒ dbo.dim_course
- ☒ ☒ dbo.dim_date
- ☒ ☒ dbo.dim_jur
- ☒ ☒ dbo.dim_lecturer
- ☒ ☒ dbo.dim_mahasiswa
- ☒ ☒ dbo.dim_staff
- ☒ ☒ dbo.Fact_Akademik
- ☒ ☒ dbo.Fact_Alumni
- ☒ ☒ dbo.Fact_Mahasiswa
- ☒ ☒ dbo.Fact_Staff

Gambar 5. Tabel hasil rancangan data warehouse

Sumber: Dokumentasi Pribadi

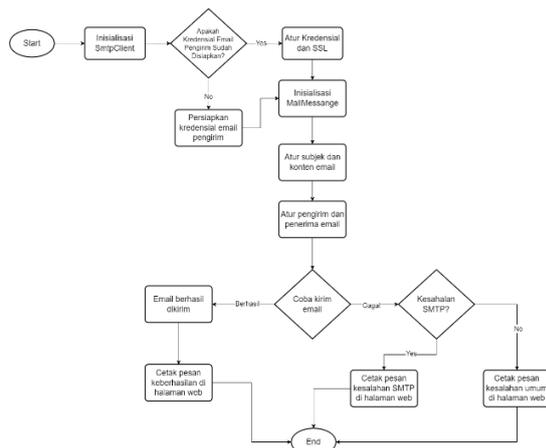
Setelah koneksi ke tabel email berhasil, sistem membaca data dari tabel tersebut, seperti nama pengirim dan alamat email pengirim. Berdasarkan data pengirim yang telah dibaca, pengembang kemudian membuat isi pesan email, yang terdiri dari body dan subjek email. Selanjutnya, sistem akan memanggil fungsi SMTP yang bertugas untuk mengirim email tersebut. Namun, sebelum fungsi SMTP dijalankan, sistem terlebih dahulu memeriksa apakah fungsi tersebut sudah dibuat. Jika belum, pengembang harus membuat fungsi SMTP terlebih dahulu. Setelah fungsi SMTP siap, sistem akan mengirimkan email dengan data yang telah diproses, yaitu nama dan alamat pengirim, serta body dan subjek pesan yang telah disiapkan oleh pengembang. Setelah fungsi SMTP siap, sistem akan mengirimkan parameter yang diperlukan, yaitu alamat penerima, subjek, dan body

ke dalam fungsi SMTP. Fungsi SMTP kemudian akan mengirimkan email sesuai dengan data yang telah diolah. Proses berakhir setelah email berhasil dikirim. **Gambar 6** menunjukkan fungsi dari hasil tahapan ini.

```

1 reference
Private Sub SendEmailNotificationMail()
    Dim connectionString As String = "Data Source=your_source;Initial Catalog=your_db;Integrated Security=True;"
    Using connection As New SqlConnection(connectionString)
        connection.Open()
        Dim command As New SqlCommand("SELECT Nama, Email FROM Recipients", connection)
        Dim reader As SqlDataReader = command.ExecuteReader()
        While reader.Read()
            Dim name As String = reader("Nama").ToString()
            Dim email As String = reader("Email").ToString()
            Dim subject As String = "Peringatan dari Sistem SIS"
            Dim body As String = $"Dear {name}, <br /><br />Terjadi penurunan jumlah mahasiswa terdaftar."
            SendMailNotification(email, subject, body)
        End While
    End Using
End Sub
    
```

Gambar 6. Fungsi SendEmail
Sumber: Dokumentasi Pribadi



Gambar 7. Flowchart Fungsi SMTP
Sumber: Dokumentasi Pribadi
Gambar 7. Flowchart Fungsi SMTP

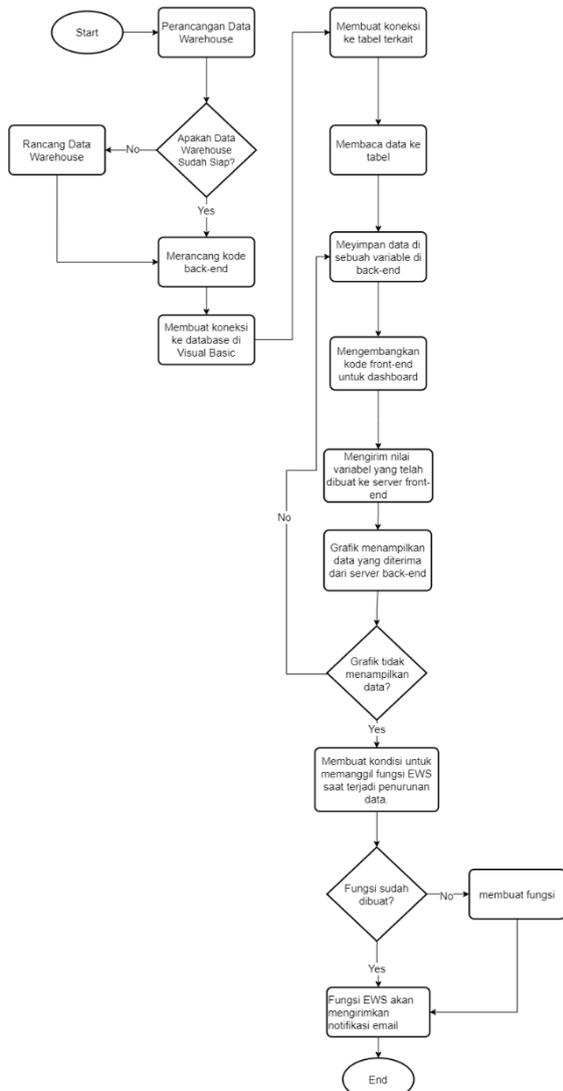
Flowchart ini menjelaskan alur proses pengiriman email menggunakan SMTP (*Simple Mail Transfer Protocol*) dalam beberapa tahapan. Proses dimulai dengan inisialisasi SmpClient, di mana komponen ini bertanggung jawab atas pengiriman email. Setelah itu, sistem memeriksa apakah kredensial email pengirim (seperti username dan password) telah disiapkan. Jika kredensial ini belum ada, pengembang harus menyiapkannya terlebih dahulu, karena tanpa kredensial, email tidak dapat dikirim. Pengembang dapat mencari panduan tentang cara membuat kredensial ini melalui internet dengan kata kunci seperti "How to create app passwords", terutama jika mereka menggunakan layanan email yang membutuhkan kata sandi aplikasi untuk otentikasi. Setelah kredensial sudah tersedia, sistem kemudian mengatur

kredensial tersebut dan mengaktifkan SSL (*Secure Sockets Layer*) untuk memastikan koneksi pengiriman email aman dan terenkripsi.

Setelah pengaturan kredensial dan SSL, sistem melanjutkan ke inisialisasi objek MailMessage. Objek ini berfungsi untuk menyusun email, termasuk menentukan isi dan penerima. Pada tahap berikutnya, sistem mengatur subjek dan konten email. Subjek ini akan menjadi judul email, sementara konten atau body email berisi pesan yang akan disampaikan. Setelah subjek dan konten email siap, sistem mengatur alamat pengirim dan penerima email yang telah disiapkan.

Fungsi SMTP dalam proses ini akan menerima argumen seperti subjek, konten email, serta penerima email, yang berasal dari fungsi yang telah dibuat sebelumnya, seperti yang telah dijelaskan pada tahapan di gambar sebelumnya (gambar 4). Proses pengaturan ini memastikan bahwa email yang akan dikirim sudah lengkap dan sesuai dengan informasi yang diperlukan.

Selanjutnya, sistem mencoba untuk mengirim email. Jika email berhasil dikirim, sistem akan menampilkan pesan keberhasilan di halaman web, yang menandakan bahwa pengiriman email telah berhasil dan proses selesai. Namun, jika pengiriman email gagal, sistem akan memeriksa apakah kesalahan tersebut berasal dari SMTP. Jika kesalahan terkait SMTP, seperti kesalahan koneksi *server*, sistem akan mencetak pesan kesalahan SMTP di halaman web, memberi tahu pengguna bahwa ada masalah dengan pengiriman. Jika bukan kesalahan SMTP, tetapi kesalahan umum lainnya, sistem akan mencetak pesan kesalahan umum di halaman web untuk memberikan informasi bahwa pengiriman email gagal karena alasan yang berbeda. Proses berakhir setelah pesan keberhasilan atau pesan kesalahan ditampilkan di halaman web, tergantung pada hasil pengiriman email tersebut.



Gambar 8. Flowchart Program

Sumber: Dokumentasi Pribadi

Gambar 8, menjelaskan proses pengembangan sistem yang mencakup beberapa tahapan penting, dimulai dari perancangan *Data Warehouse* hingga implementasi sistem peringatan dini (Early Warning System/EWS). Pada langkah pertama, sistem memeriksa apakah *Data Warehouse* sudah siap. Jika belum, tim pengembang harus merancang *Data Warehouse* terlebih dahulu. **Gambar 9** menunjukkan fungsi dari hasil tahapan ini.

```

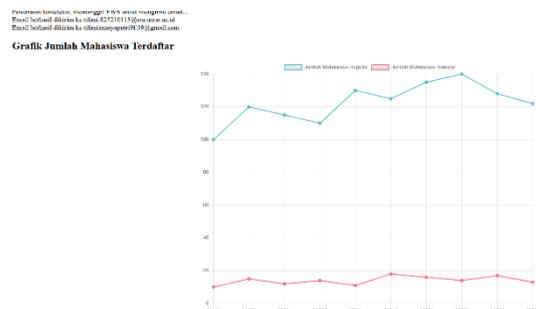
1: Private Sub SendEmailNotification(recipient As String, subject As String, body As String)
2: Dim smtpClient As New SmtpClient("smtp.gmail.com", 587)
3: smtpClient.Credentials = New System.Net.NetworkCredential("your_email@gmail.com", "your_app_password")
4: smtpClient.EnableSsl = True
5:
6: Dim mailMessage As New MailMessage()
7: mailMessage.From = New MailAddress("your_email@gmail.com")
8: mailMessage.To.Add(recipient)
9: mailMessage.Subject = subject
10: mailMessage.Body = body
11: mailMessage.IsBodyHtml = True
12:
13: Try
14:     smtpClient.Send(mailMessage)
15:     Response.Write($"Email berhasil dikirim ke {recipient}:<br />")
16: Catch ex As SmtpException
17:     Response.Write($"Terjadi kesalahan SMTP saat mengirim email ke {recipient}: {ex.Message}<br />")
18: Catch ex As Exception
19:     Response.Write($"Terjadi kesalahan saat mengirim email ke {recipient}: {ex.Message}<br />")
20: End Try
21: End Sub
    
```

Gambar 9. Fungsi SMTP

Sumber: Dokumentasi Pribadi

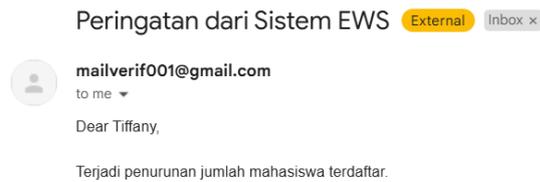
Tahap selanjutnya adalah mengembangkan *frontend* yang berfungsi sebagai *dashboard* visualisasi. Data yang telah disimpan dalam variabel di *backend* kemudian dikirim ke *server frontend* untuk divisualisasikan dalam bentuk grafik. Jika grafik berhasil menampilkan data yang diterima dari *backend*, proses pengembangan dianggap selesai. Namun, jika grafik tidak menampilkan data, langkah yang perlu dilakukan adalah melakukan pengecekan ulang di bagian *backend*, terutama saat menyimpan data ke dalam variabel. Setelah perbaikan dilakukan, data tersebut akan kembali diproses dan dikirim ke *frontend*.

Setelah grafik berhasil memuat nilai yang dikirimkan oleh *server backend*, tahap selanjutnya adalah sistem akan melakukan pengecekan. Jika ditemukan penurunan data, maka akan memanggil fungsi *Early Warning System (EWS)*. Jika penurunan data terdeteksi, EWS bertugas untuk mengirimkan peringatan melalui email. Sebelum itu, sistem akan memeriksa apakah fungsi EWS sudah dibuat. Jika fungsi EWS belum ada, pengembang harus menulis fungsi tersebut terlebih dahulu. Setelah fungsi EWS siap, sistem akan secara otomatis mengirimkan notifikasi email ketika ada penurunan atau masalah dalam data yang ditampilkan. Setelah email notifikasi terkirim, proses pengembangan sistem dinyatakan selesai. **Gambar 10** menunjukkan salah satu hasil tahapan ini. **Gambar 11 dan 12** merupakan salah satu hasil dari pengiriman notifikasi EWS menggunakan SMTP.



Gambar 10. Grafik Data

Sumber: Dokumentasi Pribadi



Gambar 11. Pesan EWS via Email (1)
Sumber: Dokumentasi Pribadi



Gambar 12. Pesan EWS via Email (2)
Sumber: Dokumentasi Pribadi

SIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sistem *Early Warning System* (EWS) yang dikembangkan berhasil mendeteksi adanya penurunan data yang tidak sesuai dengan Key Performance Indicator (KPI) pada proses akreditasi program studi. Visual Basic .NET berhasil mengakses database untuk memonitoring data, sedangkan ASP.NET berhasil mengirimkan variabel dari *server backend* ke *frontend*. Ketika terjadi penurunan data, sistem secara otomatis memanggil fungsi untuk mengirimkan notifikasi melalui email dengan menggunakan teknologi SMTP. Sistem ini efektif sebagai alat pemantauan proaktif, memungkinkan tindakan cepat sebelum masalah berkembang lebih jauh. Meskipun begitu, penggunaan SMTP masih memiliki kelemahan terkait keamanan, sehingga disarankan untuk mengevaluasi teknologi alternatif yang lebih aman demi menjaga integritas data dalam proses akreditasi.

DAFTAR PUSTAKA

Abdalzaher, M. S., Soliman, M. S., El-Hady, S. M., Benslimane, A., & Elwekeil, M. (2022). A Deep Learning Model for Earthquake Parameters Observation in IoT

System-Based Earthquake Early Warning. *IEEE Internet of Things Journal*, 9(11), 8412–8424. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2021.3114420>

Acevedo-De-los-Ríos, A., & Rondinel-Oviedo, D. R. (2022). Impact added value and relevance of an accreditation process on quality assurance in architectural higher education. *Quality in Higher Education*, 28(2), 186–204. <https://doi.org/10.1080/13538322.2021.1977482>

Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi. (2023). *KEBIJAKAN PENYUSUNAN INSTRUMEN AKREDITASI*. <https://www.banpt.or.id/wp-content/uploads/2023/10/Lampiran-PerBAN-PT-14-2023-Kebijakan-Penyusunan-Instrumen-Akreditasi-FINAL.pdf>.

BAN-PT. (2022). *Press-Release-BAN-PT-dan-5-LAM-baru*. <https://www.banpt.or.id/wp-content/uploads/2021/12/Press-Release-BAN-PT-dan-5-LAM-baru.pdf>.

Budiman, R., Raharjo, T., & Suhanto, A. (2022). Scrum Project Management Challenges and Solutions: Systematic Literature Review. *2022 IEEE 8th International Conference on Computing, Engineering and Design (ICCED)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ICCED56140.2022.10010471>

Deng, Z., Huang, M., Wan, N., & Zhang, J. (2023). The Current Development of Structural Health Monitoring for Bridges: A Review. Dalam *Buildings* (Vol. 13, Nomor 6). MDPI. <https://doi.org/10.3390/buildings13061360>

Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, R. dan T. (2022, Januari 3). *Peralihan Akreditasi Program Studi dari BAN-PT kepada Lima Lembaga Akreditasi Mandiri (LAM) Baru*.

- <https://dikti.kemdikbud.go.id/kabar-dikti/kabar/peralihan-akreditasi-program-studi-dari-ban-pt-kepada-lima-lembaga-akreditasi-mandiri-lam-baru/>.
- Donnelly, J., Daneshkhah, A., & Abolfathi, S. (2024). Forecasting global climate drivers using Gaussian processes and convolutional autoencoders. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 128. <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2023.107536>
- Döringer, S. (2021). 'The problem-centred expert interview'. Combining qualitative interviewing approaches for investigating implicit expert knowledge. *International Journal of Social Research Methodology*, 24(3), 265–278. <https://doi.org/10.1080/13645579.2020.1766777>
- Fernandes, J. O., & Singh, B. (2022). Accreditation and ranking of higher education institutions (HEIs): review, observations and recommendations for the Indian higher education system. *TQM Journal*, 34(5), 1013–1038. <https://doi.org/10.1108/TQM-04-2021-0115>
- Guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide)*. (2021). Project Management Institute, Inc.
- Jun Wang Mao Li, M. M., & Skitmore, M. (2024). Forecasting financial distress in listed Chinese construction firms: leveraging ensemble learning and non-financial variables. *Construction Management and Economics*, 0(0), 1–21. <https://doi.org/10.1080/01446193.2024.2403553>
- Kemdikbud. (2024, Oktober 17). *PENDIDIKAN TINGGI (DIKTI)*. <https://referensi.data.kemdikbud.go.id/pustaka/dikti>.
- La Rosa, G., Mancini, P., Bonanno Ferraro, G., Veneri, C., Iaconelli, M., Bonadonna, L., Lucentini, L., & Suffredini, E. (2021). SARS-CoV-2 has been circulating in northern Italy since December 2019: Evidence from environmental monitoring. *Science of the Total Environment*, 750. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141711>
- Li, S., Zhang, C., Du, J., Cong, X., Zhang, L., Jiang, Y., & Wang, L. (2022). Fault diagnosis for lithium-ion batteries in electric vehicles based on signal decomposition and two-dimensional feature clustering. *Green Energy and Intelligent Transportation*, 1(1). <https://doi.org/10.1016/j.geits.2022.100009>
- Li, X., Wang, J., & Yang, C. (2023). Risk prediction in financial management of listed companies based on optimized BP neural network under digital economy. *Neural Computing and Applications*, 35(3), 2045–2058. <https://doi.org/10.1007/s00521-022-07377-0>
- McBride, S. K., Smith, H., Morgoch, M., Sumy, D., Jenkins, M., Peek, L., Bostrom, A., Baldwin, D., Reddy, E., De Groot, R., Becker, J., Johnston, D., & Wood, M. (2022). Evidence-based guidelines for protective actions and earthquake early warning systems. Dalam *Geophysics* (Vol. 87, Nomor 1, hlm. WA77–WA102). Society of Exploration Geophysicists. <https://doi.org/10.1190/geo2021-0222.1>
- Meckawy, R., Stuckler, D., Mehta, A., Al-Ahdal, T., & Doebbeling, B. N. (2022). Effectiveness of early warning systems in the detection of infectious diseases outbreaks: a systematic review. *BMC Public Health*, 22(1). <https://doi.org/10.1186/s12889-022-14625-4>

- Miñano Corro, I. D., Sanchez Peralta, W. C., Orbegoso Moreno, L. A., Ruiz Rodriguez, J. L., Pasco Sanchez, J. M., & Valverde Ramirez, E. D. (2023). Geolocation and Virtual Reality to Streamline the Management of Hydrographic Basins of the Regional Agriculture Management of La Libertad - Peru. *2023 7th International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies (ISMSIT)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ISMSIT5878.5.2023.10304935>
- Mishra, A., & Alzoubi, Y. I. (2023). Structured software development versus agile software development: a comparative analysis. *International Journal of System Assurance Engineering and Management*, *14*(4), 1504–1522. <https://doi.org/10.1007/s13198-023-01958-5>
- Pampana, S., Shah, L., Chakar Khan Rind University, M., Fabio Orlandi, P., Habib-ur-Rahman mhabibur, M., Alharby, H. F., Sabagh, A. EL, Sabagh, E. A., Copyright, fpls, Sabagh, E., Habib-ur-Rahman, M., Ahmad, A., Raza, A., Usama Hasnain, M., Alzahrani, Y. M., Bamagoos, A. A., Rehman Hakeem, K., Ahmad, S., Nasim, W., ... Mansour, F. (t.t.). *OPEN ACCESS EDITED BY Impact of climate change on agricultural production; Issues, challenges, and opportunities in Asia. Impact of climate change on agricultural production; Issues, challenges, and opportunities in Asia.* <https://cdiac.ess-dive.lbl.gov/home.html>.
- Rikie Lam, T., Trinawarman, D., & Hugeng. (2023). Rice planting decision support system using the fuzzy simple additive weighting (SAW) method. *ijaste*, *1*(2), 440–445.
- Roy, P., Pal, S. C., Chakraborty, R., Chowdhuri, I., Saha, A., & Shit, M. (2022). Climate change and groundwater overdraft impacts on agricultural drought in India: Vulnerability assessment, food security measures and policy recommendation. *Science of The Total Environment*, *849*, 157850. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTEN.V.2022.157850>
- Sahiner, M. (2024). Volatility Spillovers and Contagion During Major Crises: An Early Warning Approach Based on a Deep Learning Model. *Computational Economics*, *63*(6), 2435–2499. <https://doi.org/10.1007/s10614-023-10412-4>
- Shah, S., Gwee, S. X. W., Ng, J. Q. X., Lau, N., Koh, J., & Pang, J. (2022). Wastewater surveillance to infer COVID-19 transmission: A systematic review. Dalam *Science of the Total Environment* (Vol. 804). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.150060>
- Shay, W. (2003). Standards and Protocols in Data Communications. Dalam H. Bidgoli (Ed.), *Encyclopedia of Information Systems* (hlm. 205–226). Elsevier. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B0-12-227240-4/00168-4>
- Tji Beng, J., Tiatri, S., Lusiana, F., & Wangi, V. H. (2020). *Intensity of Gadgets Usage for Achieving Prime Social and Cognitive Health of Adolescents During the COVID-19 Pandemic.*
- Walliman, N. (2010). *Research Methods The Basics -Nicholas Walliman.*
- Wilhelm, T. (2013). *Professional Penetration Testing: Creating and Learning in a Hacking Lab.* <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-375067-9.09978-2>
- Ye, C., Wang, O., Liu, M., Zheng, L., Xia, M., Hao, S., Jin, B., Jin, H., Zhu, C.,

JungHuang, C., Gao, P., Ellrodt, G., Brennan, D., Stearns, F., Sylvester, K. G., Widen, E., McElhinney, D. B., & Ling, X. (2019). A real-time early warning system for monitoring inpatient mortality risk: Prospective study using electronic medical record data. *Journal of Medical Internet Research*, 21(7). <https://doi.org/10.2196/13719>