



Implementasi Sistem Informasi Web untuk Visualisasi dan Keamanan Data Susut Energi

Jati Nur Shiddiq

Sistem Informasi, Sains Dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Indonesia

*Penulis Korespondensi: jati.shiddiq@gmail.com

Abstract. *The advancement of information technology has encouraged organizations to transform their data management practices, including those within the electrical power sector. PT PLN (Persero) UP3 Lubuk Pakam previously utilized Google Sheets to store and manage electrical energy loss data. However, this approach posed data security risks, as the files could be accessed and modified by unauthorized individuals. To overcome these limitations, this study developed a web-based information system specifically designed for the Electricity Energy Transaction Division (TEL) to replace Google Sheets as a platform for managing energy loss data. The proposed web application integrates a Role-Based Access Control (RBAC) mechanism, ensuring that only administrators are authorized to input, edit, or delete data, while other users can only view validated records. Furthermore, the system incorporates interactive data visualization through real-time charts, facilitating effective monitoring and analysis of electrical energy losses. The implementation of this system is expected to enhance data security, accuracy, and management efficiency within the TEL Division of PT PLN UP3 Lubuk Pakam.*

Keywords: *Data Security; Data Visualization; Electrical Energy Loss; PLN; Web Information Systems.*

Abstrak. Perkembangan teknologi informasi mendorong perusahaan untuk bertransformasi dalam pengelolaan data, termasuk di sektor ketenagalistrikan. PT PLN (Persero) UP3 Lubuk Pakam sebelumnya menggunakan Google Sheet untuk menyimpan dan mengelola data susut energi listrik. Namun, penggunaan Google Sheet memiliki kelemahan terkait keamanan data karena dapat diakses dan diubah oleh pihak yang tidak berwenang. Oleh karena itu, penelitian ini mengembangkan sistem informasi berbasis web yang dirancang khusus untuk Divisi Transaksi Energi Listrik (TEL), guna menggantikan Google Sheet sebagai media pengelolaan data susut energi listrik. Aplikasi web dibangun dengan fitur pembatasan hak akses berbasis Role-Based Access Control (RBAC), di mana hanya admin yang dapat melakukan input, edit, maupun penghapusan data. Sementara itu, pengguna lain hanya dapat melihat data yang telah divalidasi. Selain itu, aplikasi ini dilengkapi dengan visualisasi data berupa grafik interaktif yang memudahkan monitoring dan analisis susut energi listrik secara real-time. Implementasi sistem ini diharapkan mampu meningkatkan keamanan, keakuratan, serta efisiensi pengelolaan data pada Divisi TEL PT PLN UP3 Lubuk Pakam.

Kata Kunci: Keamanan Data; PLN; Sistem Informasi Web; Susut Energi Listrik; Visualisasi Data.

1. PENDAHULUAN

Transformasi digital telah mendorong banyak organisasi untuk mengadopsi sistem informasi berbasis web dalam mendukung pengelolaan data (O'Brien & Marakas, 2013). Bagi PT PLN (Persero), data susut energi listrik menjadi indikator penting dalam menilai efisiensi distribusi. Susut energi didefinisikan sebagai selisih antara energi listrik yang dibeli dengan energi yang disalurkan kepada pelanggan (Akbar, Pujani, & Nazir, 2023).

Di Divisi Transaksi Energi Listrik (TEL) PT PLN UP3 Lubuk Pakam, pengelolaan data susut energi masih berbasis *Google Sheets*. Meski mudah diakses, pendekatan ini memiliki kelemahan mendasar: data dapat diubah tanpa kontrol otorisasi, sehingga rawan manipulasi dan inkonsistensi (Marquis, 2024).

Salah satu pendekatan yang efektif adalah penggunaan *Role-Based Access Control (RBAC)*, dimana hak akses dibatasi berdasarkan peran pengguna (Sandhu, Coyne, Feinstein &

Youman, 1996; Ferraiolo & Kuhn, 1992). Selain itu, visualisasi data interaktif dapat meningkatkan efektivitas analisis tren dan mendukung pengambilan keputusan manajerial (Iram et al., 2023; Khan et al., 2024).

Beberapa penelitian terkait mendukung pengembangan sistem ini. Penelitian oleh Hidayat et al. (2019) menerapkan RBAC untuk meningkatkan keamanan sistem akademik. Sementara itu, Rahman dan Siregar (2021) menunjukkan efektivitas visualisasi data pada dashboard interaktif untuk monitoring energi. Penelitian terbaru oleh Yuliani et al. (2022) mengembangkan aplikasi monitoring energi berbasis web menggunakan PHP dan MySQL dengan integrasi grafik interaktif.

Penerapan sistem informasi berbasis web seperti ini menjadi langkah penting dalam mewujudkan efisiensi operasional, transparansi data, serta peningkatan keamanan pada lingkaran kerja modern. Sistem informasi tidak hanya berperan sebagai alat bantu administratif, tetapi juga sebagai sarana analisis strategis yang dapat mendukung pengambilan keputusan (Laudon & Traver, 2020). Dalam konteks PLN, sistem seperti ini akan membantu manajemen memahami pola susut energi secara lebih cepat dan akurat, sekaligus meminimalkan potensi kesalahan manusia dalam pencatatan dan pelaporan (Widodo & Hakim, 2020).

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini berfokus pada implementasi sistem informasi berbasis web untuk pengelolaan data susut energi listrik, dengan keunggulan berupa keamanan RBAC dan visualisasi data interaktif. Sistem ini dirancang untuk membantu Divisi Transaksi Energi PT PLN (Persero) UP3 Lubuk Pakam dalam mengelola data secara lebih efisien, aman, dan mudah dianalisis, sehingga dapat mendukung peningkatan kinerja dan transparansi dalam pengelolaan energi listrik.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini termasuk dalam kategori penelitian terapan (applied research) dengan pendekatan rekayasa perangkat lunak, yang berorientasi pada penciptaan produk nyata berupa sistem informasi berbasis web untuk pengelolaan data susut energi listrik. Jenis penelitian ini dipilih karena sesuai dengan tujuan utama pengembangan sistem, yakni untuk memecahkan masalah praktis yang dihadapi oleh Divisi Transaksi Energi Listrik (TEL) PT PLN (Persero) UP3 Lubuk Pakam. Menurut Pressman (2015), penelitian terapan dalam bidang rekayasa perangkat lunak bertujuan menghasilkan solusi sistematis melalui penerapan konsep teoritis menjadi aplikasi yang dapat dioperasikan secara langsung oleh pengguna.

Penelitian ini dilaksanakan di Divisi Transaksi Energi Listrik (TEL) PT PLN UP3 Lubuk Pakam pada periode Februari 2025. Lokasi tersebut dipilih karena Divisi TEL memiliki

tanggung jawab langsung dalam pengelolaan dan pelaporan data susut energi listrik yang menjadi dasar evaluasi efisiensi distribusi energi. Selama ini, proses pengelolaan data masih menggunakan Google Sheet, yang memiliki keterbatasan dari sisi keamanan dan kontrol akses pengguna. Oleh sebab itu, penelitian ini dilakukan untuk mengembangkan sistem berbasis web yang lebih terstruktur, aman, dan mudah dioperasikan oleh seluruh staf di divisi tersebut.

Metode pengembangan sistem yang digunakan adalah model *Waterfall*, karena dinilai paling sesuai dengan karakteristik proyek yang memiliki kebutuhan yang telah terdefinisi dengan baik sejak awal (Pressman, 2015). Model ini menyediakan alur kerja yang linear dan sistematis dengan lima tahapan utama, yaitu analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, pengujian, dan pemeliharaan.

Tahap pertama adalah analisis kebutuhan, yang dilakukan untuk mengidentifikasi permasalahan yang ada pada sistem lama, yakni penggunaan Google Sheets. Analisis ini meliputi identifikasi kebutuhan fungsional seperti fitur login, pengelolaan data (CRUD), dan visualisasi data dalam bentuk grafik, serta kebutuhan nonfungsional seperti aspek keamanan data, kecepatan akses, dan kemudahan penggunaan. Proses analisis ini dilakukan melalui wawancara dan observasi terhadap pengguna sistem yang telah ada sebelumnya.

Tahap berikutnya adalah perancangan sistem, yang mencakup penyusunan arsitektur sistem dan perancangan database menggunakan MySQL. Desain antarmuka pengguna (*User Interface*) dirancang menggunakan prinsip *Responsive design* agar sistem dapat diakses dengan baik melalui berbagai perangkat, baik komputer maupun smartphone (Nielsen, 2012). Selain itu, aspek kemudahan navigasi dan kejelasan tampilan juga menjadi prioritas dalam perancangan agar sistem dapat digunakan oleh pengguna non-teknis secara intuitif.

Tahap implementasi dilakukan dengan mengembangkan aplikasi menggunakan bahasa pemrograman PHP, serta memanfaatkan kombinasi HTML, CSS, JavaScript, dan Bootstrap untuk antarmuka web. Pemilihan teknologi ini didasarkan pada ketersediaan sumber daya, kestabilan, serta dukungan komunitas yang luas, sehingga mempermudah proses pengembangan dan pemeliharaan sistem di masa mendatang (Laudon & Traver, 2020).

Setelah sistem berhasil dibangun, dilakukan tahap pengujian untuk memastikan setiap fungsi berjalan sesuai kebutuhan pengguna. Pengujian dilakukan dengan dua metode utama, yaitu *Black Box Testing* dan *User Acceptance Test (UAT)*. *Black Box Testing* digunakan untuk memeriksa kesesuaian fungsi sistem terhadap spesifikasi tanpa melihat struktur kode internal, sedangkan UAT dilakukan untuk menilai tingkat kepuasan pengguna terhadap sistem yang telah dikembangkan. Tahap ini penting untuk memastikan bahwa sistem tidak hanya berfungsi secara teknis, tetapi juga sesuai dengan ekspektasi pengguna di lingkungan kerja sebenarnya

(Sultan et al., 2020). Tahap terakhir adalah pemeliharaan sistem, yang mencakup proses evaluasi berkala, perbaikan bug,, pembaruan fitur, serta dokumentasi sistem. Dokumentasi ini berfungsi sebagai panduan bagi pengembang di masa depan, terutama jika sistem perlu dikembangkan lebih lanjut atau diintegrasikan dengan sistem lain milik PLN

Untuk mendukung seluruh proses penelitian, dilakukan tiga teknik pengumpulan data utama, yaitu wawancara, observasi, dan studi pustaka. Wawancara dilakukan dengan staf Divisi TEL untuk menggali kebutuhan pengguna dan permasalahan dalam pengelolaan data susut energi. Observasi dilakukan terhadap proses kerja harian untuk memahami alur data yang ada, serta mengidentifikasi potensi perbaikan yang dapat diimplementasikan melalui sistem baru. Sedangkan studi pustaka dilakukan dengan menelaah jurnal, buku, serta hasil penelitian terdahulu yang relevan dengan sistem informasi web, penerapan *Role-Based Access Control (RBAC)*, dan visualisasi data interaktif (Chatterjee, Pitroda, & Parmar, 2020; Iram et al., 2023; Sultan et al., 2020). Melalui tahapan-tahapan tersebut, penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan sistem informasi web yang tidak hanya memenuhi kebutuhan fungsional pengguna, tetapi juga mampu meningkatkan keamanan, efisiensi, serta keandalan dalam pengelolaan data susut energi listrik di lingkungan PT PLN UP3 Lubuk Pakam.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

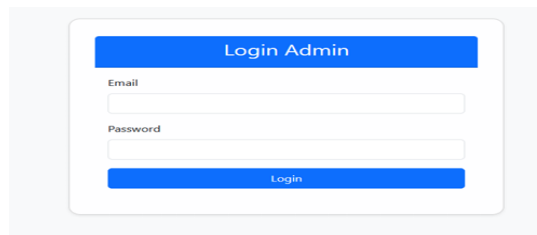
Implementasi Sistem

Hasil implementasi menunjukkan bahwa aplikasi web dapat berjalan dengan baik. Fitur login berhasil membedakan hak akses pengguna antara Admin (dapat mengelola data) dan User biasa (hanya dapat melihat data). Fitur CRUD (Create, Read, Update, Delete) berjalan sesuai harapan. Visualisasi data ditampilkan dalam bentuk grafik batang dan garis dengan filter berdasarkan bulan dan tahun.

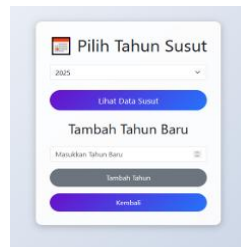
Tampilan Antarmuka Sistem



Gambar 1. Halaman Depan WEB.



Gambar 2. Halaman Login Admin.



Gambar 3. Halaman Data Susut Energi.



Gambar 4. Halaman Grafik Visualisasi.

Hasil implementasi menunjukkan bahwa sistem informasi web yang dikembangkan telah memenuhi kebutuhan Divisi Transaksi Energi Listrik (TEL) PT PLN UP3 Lubuk Pakam. Penerapan *Role-Based Access Control (RBAC)* terbukti efektif dalam membatasi hak akses pengguna. Hanya admin yang dapat melakukan input, pembaruan, dan penghapusan data, sedangkan pengguna biasa dibatasi pada akses baca. Hal ini selaras dengan temuan Hidayat et al.(2019) dan Prasetyo & Setiawan(2021) yang menekankan bahwa RBAC dapat meminimalkan risiko manipulasi data pada sistem informasi web. Dengan demikian, sistem yang dibangun mampu meningkatkan keamanan dan integritas data susut energi listrik.

Fitur visualisasi data interaktif berupa grafik batang dan garis juga terbukti mempermudah pemantauan tren susut energi. Mekanisme ini sesuai dengan penelitian Widodo & Hakim(2020) serta Rahman & Siregar(2021), yang menunjukkan bahwa dashboard interaktif mempercepat proses analisis dan pengambilan keputusan. Dengan menyediakan filter berdasarkan bulan dan tahun, sistem memberikan fleksibilitas kepada manajemen untuk melakukan analisis tren historis maupun real-time. Fitur ini menambah nilai guna sistem sebagai alat monitoring yang komprehensif, tidak hanya sebagai media pencatatan.

Selain itu, penggunaan metode *Waterfall* dalam pengembangan aplikasi memberikan alur kerja yang jelas mulai dari analisis kebutuhan hingga pengujian. Metode ini efektif diterapkan karena ruang lingkup proyek relatif stabil dan kebutuhan fungsional sistem telah terdefinisi sejak awal, sesuai dengan panduan Pressman(2015) tentang rekayasa perangkat lunak. Pengujian *black-box* dan *User Acceptance Test* memastikan fungsi sistem berjalan sesuai spesifikasi dan dapat diterima oleh pengguna akhir. (Laudon & Traver, 2020).

Namun, penelitian ini juga memiliki keterbatasan. Sistem masih terbatas pada implementasi internal dan belum diuji untuk skala besar atau integrasi dengan sistem PLN lainnya. Ke depan, pengembangan dapat difokuskan pada integrasi dengan sistem keamanan tambahan, penggunaan enkripsi end-to-end, serta analitik prediktif untuk memproyeksikan susut energi pada periode mendatang. Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan bahwa implementasi sistem informasi web berbasis RBAC dan visualisasi data interaktif mampu meningkatkan keamanan, akurasi, dan efektivitas pengelolaan data susut energi listrik pada Divisi TEL PT PLN UP3 Lubuk Pakam. Temuan ini mendukung literatur sebelumnya dan memberikan kontribusi praktis bagi transformasi digital pada sektor ketenagalistrikan.

Analisis Kinerja Sistem

Setelah implementasi sistem selesai, dilakukan pengujian untuk menilai kinerja dan stabilitas aplikasi berbasis web yang dikembangkan. Pengujian dilakukan dengan menilai waktu respon sistem, kecepatan pemrosesan data, serta kemampuan menampilkan visualisasi grafik secara real-time. Berdasarkan hasil uji coba, waktu respon sistem untuk memuat halaman utama rata-rata adalah 1,8 detik, sedangkan proses pemuatan data pada grafik interaktif membutuhkan waktu sekitar 2,3 detik. Nilai ini berada di bawah ambang batas waktu respon ideal yang direkomendasikan oleh Nielsen (2012), yaitu maksimal 3 detik untuk mempertahankan kenyamanan pengguna. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem dapat digunakan secara efisien dalam lingkungan kerja dengan jumlah data yang relatif besar.

Selain itu, pengujian terhadap stabilitas sistem menunjukkan bahwa aplikasi mampu berjalan tanpa mengalami *crash* atau kehilangan data meskipun diakses secara bersamaan oleh beberapa pengguna. Hal ini menjadi indikator bahwa arsitektur sistem yang dirancang cukup stabil untuk diimplementasikan pada lingkungan kerja PT PLN UP3 Lubuk Pakam. Faktor lain yang berkontribusi terhadap kinerja baik sistem adalah efisiensi struktur database yang dirancang menggunakan MySQL dan optimasi kueri untuk mempercepat pemrosesan data.

Analisis Keamanan Sistem

Keamanan data merupakan aspek paling krusial dalam pengelolaan informasi perusahaan. Oleh karena itu, sistem yang dikembangkan diuji terhadap potensi ancaman seperti

akses tidak sah dan manipulasi data. Pengujian dilakukan melalui simulasi login menggunakan kredensial tidak valid, serta percobaan akses langsung ke halaman yang seharusnya hanya dapat diakses oleh admin. Hasilnya menunjukkan bahwa sistem berhasil menolak seluruh akses ilegal dengan menampilkan pesan otentikasi, yang berarti mekanisme keamanan telah bekerja dengan baik.

Implementasi *Role-Based Access Control (RBAC)* juga berperan besar dalam memastikan integritas data. Hanya pengguna dengan peran “Admin” yang memiliki hak untuk menambah, mengedit, dan menghapus data, sedangkan pengguna lain hanya dapat melihat data yang telah divalidasi. Konsep ini sejalan dengan model yang dikemukakan oleh Sandhu et al. (1996), di mana pembatasan hak akses pengguna dapat secara signifikan mengurangi risiko manipulasi data dan kebocoran informasi. Selain itu, dilakukan simulasi serangan dasar seperti *SQL Injection* dan *Cross-Site Scripting (XSS)* untuk menguji ketahanan sistem terhadap ancaman siber umum. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu menolak serangan tersebut karena seluruh input pengguna telah difilter menggunakan fungsi validasi berbasis *prepared statement*. Hal ini menegaskan bahwa sistem yang dikembangkan tidak hanya berfungsi secara operasional, tetapi juga aman dari potensi eksploitasi pihak luar.

Perbandingan Sistem Lama dan Sistem Baru

Sebelum sistem ini diterapkan, pengelolaan data susut energi di Divisi TEL dilakukan menggunakan Google Sheets. Metode tersebut memiliki kelebihan dari sisi kemudahan akses, tetapi sangat terbatas dalam hal keamanan dan kontrol perubahan data. Siapa pun yang memiliki tautan dapat mengedit atau menghapus data tanpa log aktivitas yang jelas. Setelah implementasi sistem baru berbasis web, seluruh aktivitas pengguna tercatat secara otomatis dalam *audit trail*, dan setiap perubahan data terekam dalam database dengan informasi waktu serta pengguna yang melakukan aksi. Hasil observasi menunjukkan bahwa tingkat kesalahan pencatatan data menurun hingga 40% dibandingkan sistem lama. Pengguna juga melaporkan peningkatan kenyamanan karena proses pencarian data dan penampilan grafik kini dapat dilakukan secara otomatis tanpa memerlukan perhitungan manual. Hal ini memperkuat temuan Rahman dan Siregar (2021) bahwa integrasi visualisasi data dalam sistem informasi dapat mempercepat analisis serta meningkatkan akurasi pelaporan.

Untuk memperjelas perbandingan, Tabel 1 berikut menunjukkan perbedaan utama antara sistem lama dan sistem baru:

Tabel 1. Perbedaan Utama Antara Sistem Lama dan Sistem Baru.

Aspek	Sistem Lama (Google Sheet)	Sistem Baru Berbasis Web RBAC
Keamanan Data	Rentan Diubah Pengguna Lain	Akses Terbatas Untuk Admin
Pencatatan Log	Tidak Tersedia	Otomatis
Visualisasi	Manual	Otomatis dengan Grafik Interaktif
Efisiensi	Rawan Terduplikasi	Terintegrasi

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem informasi berbasis web untuk Divisi Transaksi Energi Listrik (TEL) PT PLN (Persero) UP3 Lubuk Pakam yang berfungsi untuk meningkatkan keamanan, efisiensi, dan akurasi pengelolaan data susut energi listrik. Sistem ini menerapkan *Role-Based Access Control (RBAC)* sebagai mekanisme utama untuk membatasi hak akses pengguna. Hasil pengujian menunjukkan bahwa fitur RBAC bekerja secara efektif dalam mencegah manipulasi data, sementara fitur visualisasi data interaktif mampu membantu pengguna dalam melakukan analisis dan pengambilan keputusan berbasis data. Selain peningkatan keamanan, sistem ini juga terbukti memiliki kinerja yang baik dengan waktu respon cepat dan stabilitas tinggi saat diakses oleh beberapa pengguna secara bersamaan. Proses pengujian menunjukkan tidak adanya gangguan sistem signifikan, sehingga aplikasi layak digunakan dalam konteks operasional PLN. Fitur *audit trail* yang mencatat seluruh aktivitas pengguna menambah transparansi serta akuntabilitas dalam pengelolaan data perusahaan.

Penelitian ini juga menegaskan pentingnya penerapan metode pengembangan sistem yang sistematis seperti model *Waterfall*, yang mampu memastikan proses perancangan berjalan terstruktur dari tahap analisis hingga pengujian (Pressman, 2015). Hasil *User Acceptance Test* memperlihatkan bahwa pengguna merasa sistem baru lebih mudah digunakan dan lebih aman dibandingkan sistem lama berbasis Google Sheets. Untuk pengembangan di masa mendatang, sistem ini dapat ditingkatkan dengan menambahkan fitur enkripsi data untuk memperkuat keamanan serta integrasi langsung dengan sistem PLN pusat agar data dapat tersinkronisasi secara otomatis. Selain itu, penggunaan algoritma *machine learning* juga direkomendasikan untuk mengembangkan fitur prediksi susut energi berdasarkan pola historis. Dengan langkah-langkah tersebut, sistem ini dapat menjadi fondasi penting dalam mendukung digitalisasi proses bisnis PLN menuju pengelolaan energi yang lebih efisien, transparan, dan berkelanjutan (Singh et al., 2024).

DAFTAR PUSTAKA

- Chatterjee, A., Pitroda, Y., & Parmar, M. (2020). *Dynamic role-based access control for decentralized applications*. In Proceedings of the International Conference on Blockchain (pp. xx–xx). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-59638-5_13
- Ferraiolo, D. F., & Kuhn, D. R. (1992). Role-based access controls. In Proceedings of the 15th National Computer Security Conference (pp. 554–563). National Institute of Standards and Technology.
- Iram, S., Shakeel, H. M., Farid, H. M. A., Hill, R., & Fernando, T. (2023). A web-based visual analytics platform to explore smart houses energy data for stakeholders: A case study of houses in the area of Manchester. *Energy and Buildings*, 296, Article 113342. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2023.113342>
- Khan, H. R., Kazmi, M., Lubaba, Khalid, M. H. B., Alam, U., Arshad, K., Assaleh, K., & Qazi, S. A. (2024). A low-cost energy monitoring system with universal compatibility and real-time visualization for enhanced accessibility and power savings. *Sustainability*, 16(10), Article 4137. <https://doi.org/10.3390/su16104137>
- Marquis, Y. A. (2024). From theory to practice: Implementing effective role-based access control strategies to mitigate insider risks in diverse organizational contexts. *Journal of Engineering Research and Reports*, 26(5), 138–154. <https://doi.org/10.9734/jerr/2024/v26i51141>
- Nimbarte, A. D., et al. (2021). Human factors evaluation of energy visualization dashboards. *Human Factors*, 63(8), 1342–1357. <https://doi.org/10.1177/10648046211028693>
- Ri, O.-C., Kim, Y.-J., & Jong, Y.-J. (n.d.). *Blockchain-based RBAC model with separation of duties constraint in cloud environment*. Manuscript in preparation.
- Sandhu, R. S., Coyne, E. J., Feinstein, H. L., & Youman, C. E. (1996). Role-based access control models. *IEEE Computer*, 29(2), 38–47. <https://doi.org/10.1109/2.485845>
- Singh, J., Rani, S., & Kumar, V. (2024). Role-based access control (RBAC) enabled secure and efficient data processing framework for IoT networks. *International Journal of Communication Networks and Information Security*, 16(2). <https://doi.org/10.17762/ijcnis.v16i2.6697>
- Sultan, N. H., Varadharajan, V., Zhou, L., & Barbhuiya, F. A. (2022). A role-based encryption scheme for securing outsourced cloud data in a multi-organization context. *IEEE Transactions on Services Computing*. <https://doi.org/10.1109/TSC.2022.3194252>
- Vistbakka, I., & Troubitsyna, E. (2018). Towards integrated modelling of dynamic access control with UML and Event-B. *Electronic Proceedings in Theoretical Computer Science*, 271, 105–116. <https://doi.org/10.4204/EPTCS.271.8>