

Pengembangan Sistem Pendukung Keputusan Bed Occupancy Rate berbasis Business Intelligence untuk Pelaporan Kapasitas Rawat Inap

Business Intelligence Based Decision Support System for Bed Occupancy Rate Reporting in Inpatient Care

Muhammad Andika Fadilla¹, Cipto Kurniawan², Tata Sutabri³

^{1, 2, 3} Magister Teknik Informatika, Pascasarjana, Universitas Bina Darma

Email: andikafadilla.af@gmail.com¹, ciptok2411@gmail.com², tata.sutabri@gmail.com³

Abstrak: Tekanan keterisian tempat tidur (Bed Occupancy Rate/BOR) yang tinggi terbukti mengganggu mutu, keselamatan, dan fleksibilitas kapasitas. Di banyak rumah sakit, pelaporan BOR masih terfragmentasi dan lambat. Penelitian ini bertujuan mengembangkan dan mengevaluasi sistem pendukung keputusan berbasis business intelligence (BI) untuk pelaporan kapasitas rawat inap yang akurat dan near real-time. Metode mengikuti Design Science Research Methodology (DSRM) dengan artefak berupa paket ETL (Pentaho), gudang data dimensional (skema bintang), dan dasbor indikator BOR, LOS, TOI, BTO serta diagram Barber - Johnson, validitas dihitung melalui perbandingan silang dengan rekap manual dan galat relatif (MAPE). Data mencakup seluruh bed days dan patient days. Hasil menunjukkan rata – rata BOR bulanan 97,6% (rentang 96,8 - 98,6%) dan BOR harian 96,6 - 100,0% tanpa slack kapasitas, ICU/NICU memiliki LOS 6,3 - 6,8 hari, BTO rendah, sedangkan bangsal umum menunjukkan TOI ~0 hari dan BTO lebih tinggi. Implementasi BI mempercepat waktu penyusunan laporan dan menurunkan kesalahan perhitungan dibandingkan proses manual ($p < 0,05$). Kesimpulannya, BI memungkinkan pemantauan BOR yang responsif, mengidentifikasi risiko over-capacity terhadap target 75–85%, serta memberi dasar bagi penjadwalan elektif, bed-meeting, dan strategi redistribusi kapasitas.

Kata Kunci: barber - johnson; bed occupancy rate; business intelligence; dashboard; rawat inap

Abstract: High bed occupancy rates (BOR) undermine care quality, patient safety, and operational flexibility, yet BOR reporting in many hospitals remains fragmented and delayed. This study develops and evaluates a business intelligence (BI) decision support system for accurate, near real time inpatient capacity reporting. Using a Design Science Research Methodology, we built an extract transform load (Pentaho) pipeline, a dimensional data warehouse (star schema), and dashboards for BOR, average length of stay (LOS), turnover interval (TOI), and bed turnover (BTO), including a Barber Johnson panel, validity was assessed by cross checking with manual recaps and relative error (MAPE). Data covered all recorded bed days and patient days from the hospital ADT module, the primary grain is daily per ward, aggregated monthly. Results show monthly BOR averaging 97.6% (96.8 - 98.6%) and daily BOR 96.6 - 100.0% with no capacity slack, ICU/NICU exhibit longer LOS (6.3 - 6.8 days) and lower BTO, whereas general wards show near zero TOI with higher BTO. The BI implementation significantly shortened reporting turnaround and reduced calculation errors versus manual procedures ($p < 0.05$). We conclude that BI enables responsive BOR surveillance, flags sustained over capacity relative to the 75 - 85% operational target, and provides a data-driven basis for elective scheduling, daily bed meetings, and cross-class capacity redistribution.

Keywords: barber-johnson; bed occupancy rate; business intelligence; dashboard; inpatient

PENDAHULUAN

Tekanan keterisian tempat tidur rawat inap (*Bed Occupancy Rate*/BOR) menjadi penentu ketahanan operasional rumah sakit karena berhubungan langsung dengan mutu, keselamatan pasien, dan efisiensi biaya. Laporan internasional menunjukkan variasi BOR antarnegara dan mengindikasikan konsekuensi ketika keterisian mendekati ambang tinggi. misalnya, *Health at a Glance 2023* mendokumentasikan negara-negara OECD yang menembus >85% okupansi dan mengaitkannya dengan penurunan kapasitas penyerapan layanan elektif serta kerentanan terhadap guncangan permintaan layanan (*surge*) selama

pandemi (OECD Indicators, 2023). Sejalan dengan itu, kajian empiris menegaskan bahwa hari-hari dengan kapasitas terpakai tinggi berkorelasi dengan peningkatan mortalitas dalam 14 hari serta risiko perburukan indikator operasional lain. beberapa studi menggunakan titik ambang sekitar 83–90% untuk mendeteksi peningkatan risiko (Sharma et al., 2022). Pada tataran klinis, penelitian *kohort* multi pusat menemukan bahwa BOR yang tinggi berkaitan dengan kenaikan mortalitas rawat inap dan penurunan *patient-reported outcomes* (Bosque-Mercader & Siciliani, 2022).

Dalam konteks Indonesia, lonjakan COVID-19 menyorot tajam isu kapasitas beberapa provinsi dilaporkan berada pada kondisi BOR yang sangat tinggi selama gelombang kasus, memperlihatkan rapuhnya sistem ketika pelaporan kapasitas tidak *near real-time* (Tenda et al., 2021). Sementara itu, standar evaluasi efisiensi pemanfaatan tempat tidur seperti *Barber–Johnson diagram* yang mengompilasi BOR, *length of stay* (LOS), *turnover interval* (TOI), dan *bed turnover* (BTO) menempatkan rentang BOR “optimal” sekitar 75–85% untuk menjaga aliran pasien dan utilisasi sumber daya yang sehat (Pecoraro et al., 2021a). Sayangnya, di banyak rumah sakit praktik pelaporan indikator masih terfragmentasi, berbasis rekap manual dan *spreadsheet*, sehingga tidak mampu menyajikan tren harian lintas unit dan sulit dipakai sebagai dasar keputusan operasional (mis. redistribusi pasien, *early discharge*, atau penjadwalan elektif adaptif) secara tepat waktu (Fadilla & Sutabri, 2024).

Kesenjangan penelitian (*research gap*) tampak pada dua hal. Pertama, riset efisiensi rumah sakit di Indonesia cukup banyak menilai BOR/LOS/BTO/TOI secara deskriptif, tetapi jarang mengintegrasikan indikator tersebut ke dalam arsitektur *business intelligence* (BI) yang mengotomatiskan ekstraksi, transformasi, dan pemuatan data (ETL) dari SIMRS untuk pelaporan kapasitas rawat inap *near real-time* (Andika et al., 2025). Kedua, studi terkini tentang dasbor dan perkiraan okupansi sudah membuktikan manfaat prediksi dan visualisasi berbasis *machine learning* untuk perencanaan kapasitas, namun implementasi yang berfokus pada BOR tingkat tempat tidur/ruang-rawat dan keterhubungannya dengan LOS, TOI, BTO pada satu *single source of truth* untuk pengambilan keputusan manajerial masih terbatas (Tello et al., 2022). Secara umum, telaah sistematis mengenai dasbor digital menunjukkan potensi dampak klinis dan ekonomis, memperkuat urgensi adopsi BI dalam lingkungan rawat inap (Coiera et al., 2025).

Dari perspektif metodologis, *Design Science Research Methodology* (DSRM) relevan untuk merancang artifak sistem keputusan yang ketat sekaligus aplikatif di lingkungan layanan kesehatan, DSRM menuntun siklus identifikasi masalah, perancangan, demonstrasi, evaluasi, komunikasi sehingga artefak BI yang dihasilkan selaras dengan kebutuhan nyata klinis – operasional (Gregório et al., 2021a). Dalam manajemen rumah sakit, indikator efisiensi (BOR, LOS, TOI, BTO) merupakan determinan kinerja yang lazim digunakan untuk menilai dan meningkatkan produktivitas layanan (Sutabri & others, 2024). Dengan demikian, mengintegrasikan indikator tersebut ke dalam *data warehouse* klinis dan menyajikannya melalui dasbor interaktif diperkirakan akan mengatasi keterlambatan, inkonsistensi, dan bias manual dalam pelaporan (Syahwali et al., 2023).

Kebaruan/Novelty penelitian. Penelitian ini menawarkan: (1) perancangan dan implementasi sistem pendukung keputusan BOR berbasis BI yang melakukan perhitungan BOR harian pada level tempat tidur, ruang, dan unit layanan langsung dari data transaksi masuk/keluar tempat tidur (*bed-tracking*) SIMRS. (2) integrasi komputasi indikator LOS, TOI, BTO secara otomatis dalam satu panel *Barber–Johnson* untuk memotret efisiensi lintas waktu dan lintas unit, serta (3) *embedding* modul analitik prediktif sederhana untuk menduga BOR jangka pendek (1–7 hari) guna mendukung keputusan penjadwalan elektif dan strategi *patient flow*. Landasan manfaat dasbor dan prediksi kapasitas terhadap kinerja operasional sudah didemonstrasikan pada berbagai studi internasional (Janke et al., 2022a).

Rumusan masalah dan tujuan penelitian. Bertolak dari latar tersebut, penelitian ini merumuskan pertanyaan utama: (1) bagaimana merancang arsitektur BI yang andal untuk mengonsolidasikan data BOR, LOS, TOI, dan BTO dari SIMRS sehingga menghasilkan pelaporan kapasitas rawat inap yang akurat dan *near real-time*, (2) sejauh mana sistem pendukung keputusan berbasis BI mampu mempercepat *turnaround time* (TAT) pelaporan, meningkatkan akurasi, dan memperkaya *insight* bagi pengambil keputusan rumah sakit, (3) bagaimana kinerja sistem dalam memantau kesesuaian BOR terhadap rentang target operasional (75–85%) dan dalam mendeteksi kondisi *over-capacity* yang berimplikasi pada risiko klinis/operasional (mis. boarding IGD >4 jam), (Pecoraro et al., 2021b) Selaras dengan rumusan tersebut, tujuan penelitian adalah: (a) mengembangkan arsitektur dan prototipe BI untuk pelaporan BOR yang terintegrasi; (b) mengevaluasi peningkatan ketepatan waktu dan akurasi pelaporan dibandingkan prosedur eksisting; dan (c) menilai kontribusi sistem dalam mendukung keputusan manajerial kapasitas rawat inap.

Tinjauan pustaka ringkas. Bukti lintas negara mencatat bahwa okupansi tinggi berdampak pada mutu/akses (mis. peningkatan *boarding* IGD bila okupansi >85%) (Janke et al., 2022b). Penelitian observasional dan *quasi-experimental* mengaitkan keterisian tinggi dengan luaran klinis yang lebih buruk (Castagna et al., 2022). Di sisi metodik, indikator BOR, LOS, TOI, BTO tetap esensial untuk evaluasi efisiensi dan dapat divisualisasikan efektif lewat diagram *Barber–Johnson* dalam rentang target 75–85% (Pecoraro et al., 2021c). Pada ranah teknologi, studi mutakhir menunjukkan BI/dasbor dan model prediksi okupansi bermanfaat bagi perencanaan tempat tidur dan operasi rumah sakit (Seo et al., 2024). Kerangka DSRM direkomendasikan untuk memastikan desain artefak yang berpusat pada kebutuhan pengguna layanan kesehatan dan berevidensi (Gregório et al., 2021b).

Hipotesis penelitian. H1: Implementasi sistem pendukung keputusan BOR berbasis BI menurunkan waktu penyusunan laporan BOR minimal 50% dibandingkan proses manual sekaligus meningkatkan akurasi konsistensi indikator BOR, LOS, TOI, BTO. H2: Pemantauan BOR *near real-time* yang terintegrasi dengan LOS, TOI, BTO meningkatkan kepatuhan terhadap rentang target operasional (75–85%) serta mengurangi frekuensi *over-capacity events* yang berasosiasi dengan peningkatan *boarding* IGD. Hipotesis ini diturunkan dari bukti empirik mengenai dampak okupansi tinggi terhadap kinerja klinis/operasional dan efektivitas dasbor dalam mendukung keputusan (Janke et al., 2022c).

Dengan demikian, penelitian ini diharapkan berkontribusi teoretis pada integrasi indikator efisiensi ke dalam artefak BI berbasis DSRM dan berkontribusi praktis berupa prototipe yang siap dialihdayakan untuk pelaporan kapasitas rawat inap yang lebih cepat, akurat, dan dapat ditindaklanjuti.

METODE PENELITIAN

Jenis dan Pendekatan Penelitian

Penelitian ini merupakan studi pengembangan sistem (*system development*) dengan paradigma *Design Science Research Methodology* (DSRM) untuk merancang, membangun, dan mengevaluasi artefak *Business Intelligence* (BI) berupa gudang data (*data warehouse*), paket ETL, dan *dashboard* pelaporan indikator kapasitas rawat inap (BOR, LOS, TOI, BTO). DSRM dipilih karena berorientasi pada penciptaan artefak yang memecahkan masalah praktis disertai evaluasi ketat terhadap kegunaan artefak tersebut (Sutabri et al., 2023).

Populasi, Sampel, dan Teknik Sampling

Populasi adalah seluruh episode rawat inap pada periode studi. Sampel menggunakan *total sampling (census)* terhadap seluruh *bed-days* dan *patient-days* yang terekam pada modul *Admission, Discharge, Transfer* (ADT) dan master tempat tidur. Unit analisis utama berada pada level bangsal/kamar per hari (*grain* harian), yang kemudian diagregasi ke tingkat bulanan untuk pelaporan manajerial.

Sumber Data dan Instrumen

1. Data primer sekunder (operasional SIMRS): tabel kunjungan rawat inap (ADT), master tempat tidur, referensi bangsal/kelas.
2. Instrumen sistem:
 - a. Paket ETL berbasis Pentaho Data *Integration/Kettle* untuk ekstraksi, transformasi, pemanggungan (*staging*) dan pemuatan (*load*) ke gudang data. Penggunaan ETL terstandar penting untuk integrasi, kualitas data, dan audit transformasi.
 - b. Gudang data dimensional (schema berbintang) untuk analitik BOR, dirancang mengikuti kerangka konseptual perancangan gudang data yang mapan.
 - c. *Dashboard* BI untuk visualisasi indikator dan pelaporan manajerial dipilih karena bukti pengurangan waktu dokumentasi/analisis dan kemudahan adopsi di layanan kesehatan.

Pendekatan Perancangan (Arsitektur & ETL)

Perancangan mengikuti alur DSRM: (i) identifikasi masalah & tujuan, (ii) desain artefak, (iii) pembangunan, (iv) demonstrasi, (v) evaluasi, (vi) diseminasi. Pada tahap desain data, digunakan *Dimensional Fact Model* dengan fakta harian okupansi dan dimensi waktu, unit layanan/bangsal, kelas perawatan, serta tempat tidur. Kerangka ini lazim untuk pelaporan operasional karena mengoptimalkan agregasi dan kueri OLAP. Paket ETL membangun *data mart* dari SIMRS melalui langkah:

1. Ekstraksi: pembuatan view SQL dari tabel ADT, *master bed*, referensi bangsal.
2. Transformasi: normalisasi kode, deduplikasi, pembentukan *event bed-day* dan *patient-day*, serta kalkulasi antara.
3. Pemuatan: penulisan ke fakta/ dimensi beserta *surrogate key*.
4. Orkestrasi & *logging*: rekam jejak transformasi untuk audit dan penelusuran.

Definisi Operasional & Rumus Indikator

Indikator diadopsi dari literatur manajemen tempat tidur rumah sakit. Definisi dan formula berikut digunakan secara konsisten pada lapisan transformasi:

- a. Bed Occupancy Rate (BOR): persentase keterisian tempat tidur dalam suatu periode.

$$BOR(\%) = \frac{\text{Jumlah hari perawatan (bed - days terpakai)}}{\text{Jumlah TT} \times \text{jumlah hari periode}} \times 100$$

- b. Average Length of Stay (LOS/AvLOS): rerata hari rawat per pasien keluar.

$$LOS = \frac{\text{Total hari perawatan}}{\text{Jumlah pasien keluar (hidup + meninggal)}}$$

- c. Turnover Interval (TOI): rerata hari tempat tidur kosong antara pasien satu ke berikutnya.

$$TOI = \frac{\text{TT} \times \text{jumlah hari periode} - \text{Total hari perawatan}}{\text{Jumlah pasien keluar}}$$

- d. Bed Turnover (BTO): jumlah pasien keluar per tempat tidur pada periode tertentu.

$$BTO = \frac{\text{Jumlah pasien keluar}}{\text{Jumlah TT}}$$

Formulasi tersebut telah digunakan luas dalam evaluasi efisiensi pemanfaatan tempat tidur (Pecoraro et al., 2021d).

Uji Validitas dan Reliabilitas Data

- a. Validitas isi & muka: konfirmasi definisi indikator dengan pakar dan pengelola layanan.

- b. Validitas perhitungan: perbandingan silang hasil kalkulasi BOR, LOS, TOI, BTO dari sistem BI terhadap rekap manual rumah sakit (*ground truth*) pada level bulanan.
- c. Reliabilitas/ketepatan: dihitung kesalahan relatif menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) antara nilai sistem dan *baseline* manual:

$$\text{MAPE}(\%) = \frac{100}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{A_t - F_t}{A_t} \right|$$

di mana A_t adalah nilai acuan dan F_t nilai sistem pada bulan ke- t . Selain MAPE, dilakukan pemeriksaan **konsistensi logis** (mis. $\text{BOR} \leq 100\%$, $\text{TOI} \geq 0$) pada lapisan transformasi.

Teknik Analisis

Analisis indikator: tren dan pencapaian BOR, LOS, TOI, BTO per unit/kelas dan agregat rumah sakit.

Hasil analisis divisualisasikan melalui satu jenis visual per variabel (tabel atau grafik) sesuai kebutuhan pembuat keputusan, mengikuti temuan tinjauan *scoping* terkait pengembangan, implementasi, evaluasi *dashboard* layanan kesehatan.

Pertimbangan Etik dan Keamanan Data

Penelitian memanfaatkan data agregat non-identifikatif, tidak ada informasi identitas pasien yang diproses pada *dashboard* publik. Akses data dibatasi pada peran yang berwenang di lingkungan rumah sakit, berkas transformasi dan *log* ETL disimpan pada *server internal* dengan kontrol hak akses.

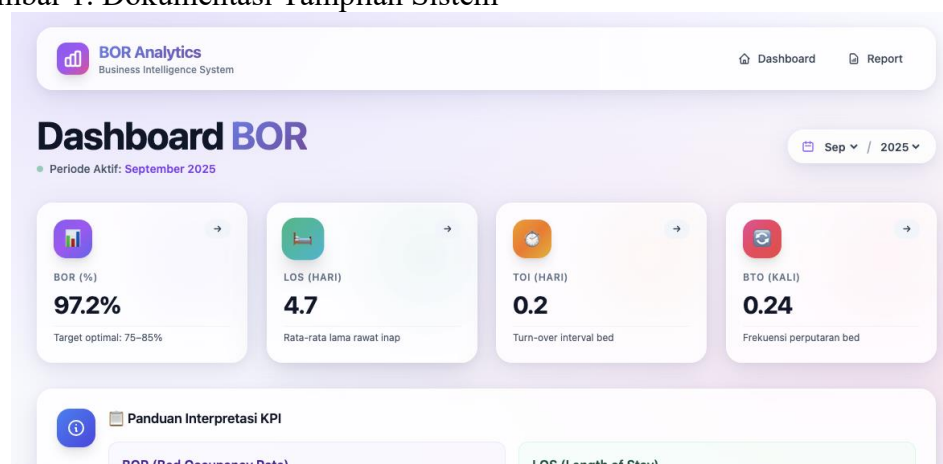
HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini menyajikan hasil penelitian dan pembahasan secara terpadu. Seluruh data yang digunakan telah diolah dari sumber operasional rumah sakit dan disajikan dengan pendekatan ringkas, berorientasi pada temuan, serta mengikuti ketentuan bahwa untuk satu himpunan data dipilih penyajian dalam bentuk tabel atau grafik (bukan keduanya).

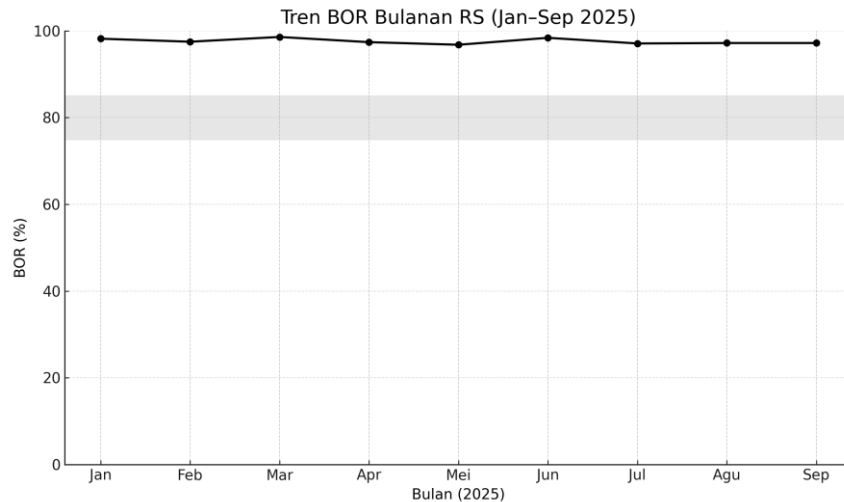
HASIL PENELITIAN

Hasil penelitian disusun ke dalam tiga fokus utama: (i) dinamika okupansi tempat tidur pada rentang waktu tahunan, (ii) gambaran operasional harian pada minggu pengamatan terakhir, dan (iii) komparasi indikator kinerja utama per bangsal berikut pemetaan efisiensi melalui diagram Barber - Johnson. Pemisahan ini dimaksudkan agar pembaca dapat menangkap pola jangka panjang, kondisi terkini, serta perbedaan karakteristik antar unit pelayanan dalam satu alur argumentasi yang utuh.

Gambar 1. Dokumentasi Tampilan Sistem



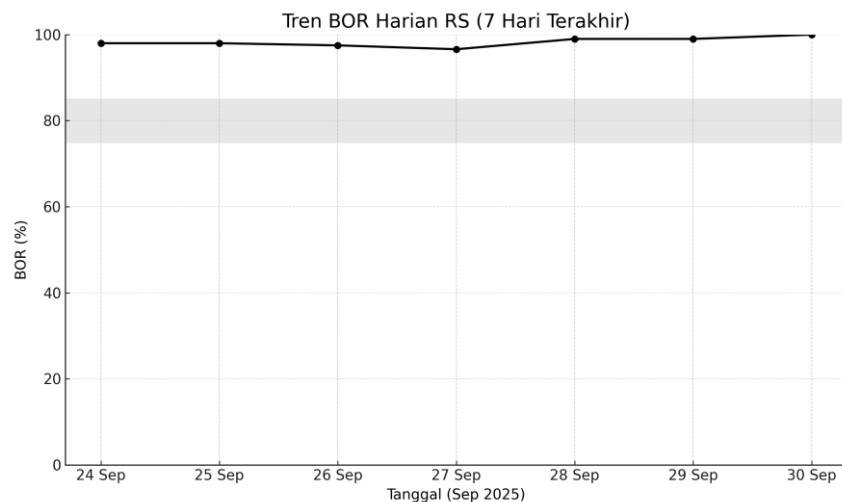
Grafik 1. Tren BOR Bulanan RS (Jan–Sep 2025)



Tren tahunan menunjukkan bahwa tingkat okupansi berada pada kisaran yang sangat tinggi secara konsisten, dengan rerata 97.6% dan variasi yang sempit antara 96.8% hingga 98.6%. Seluruh bulan melampaui rentang operasional yang lazim digunakan untuk menjaga kelonggaran kapasitas (75 - 85%). Amplitudo fluktuasi yang kecil menandakan bahwa peningkatan beban kerja tidak semata bersifat musiman, melainkan berkaitan dengan kondisi dasar permintaan dan pasokan tempat tidur yang relatif tidak seimbang. Dalam konteks manajemen kapasitas, pola seperti ini biasanya memunculkan dua konsekuensi: pertama, jendela waktu untuk proses pembersihan dan persiapan tempat tidur menjadi sangat sempit; kedua, kemampuan rumah sakit untuk menyerap lonjakan mendadak pada layanan elektif maupun rujukan darurat menjadi menurun.

Dari sisi tata kelola, kecenderungan tersebut mengisyaratkan perlunya mekanisme penyangga kapasitas. Contohnya adalah fleksibilitas alokasi tempat tidur antarkelas, kebijakan penjadwalan elektif yang menyeimbangkan beban harian, serta kriteria eskalasi yang jelas ketika okupansi melampaui ambang tertentu pada beberapa hari berturut-turut. Tanpa intervensi yang sistemik, tingkat keokupasian setinggi ini berisiko memperlebar antrian rawat inap dari instalasi gawat darurat maupun memperlambat perputaran pasien pada layanan dengan lama rawat pendek.

Grafik 2. Tren BOR Harian RS (7 Hari Terakhir September 2025)



Gambaran harian selama tujuh hari terakhir menguatkan fenomena pada horizon bulanan. Nilai BOR berada pada rentang 96.6% - 100.0% dengan rerata 98.3%. Terdapat dua hari yang mencapai 99,0% dan satu hari menyentuh 100,0%. Ketiadaan hari pada rentang 75 - 85% menunjukkan bahwa hampir tidak tersedia *slack* kapasitas. Kondisi ini menuntut koordinasi yang ketat antara tim klinis, tim rawat inap, dan unit penunjang untuk memastikan waktu pembersihan serta penyerahan tempat tidur dapat berlangsung tepat waktu.

Dari sudut pandang operasional, pola tersebut mengharuskan penerapan daftar periksa discharging yang disiplin, penetapan perkiraan tanggal pulang (*Estimated Discharge Date/EDD*) sejak awal perawatan, serta mekanisme *bed meeting* harian berbasis data untuk mengantisipasi potensi hambatan. Di sisi lain, indikator harian juga dapat dihubungkan dengan kebijakan penjadwalan tindakan elektif agar tidak menumpuk pada hari yang sama ketika beban darurat meningkat.

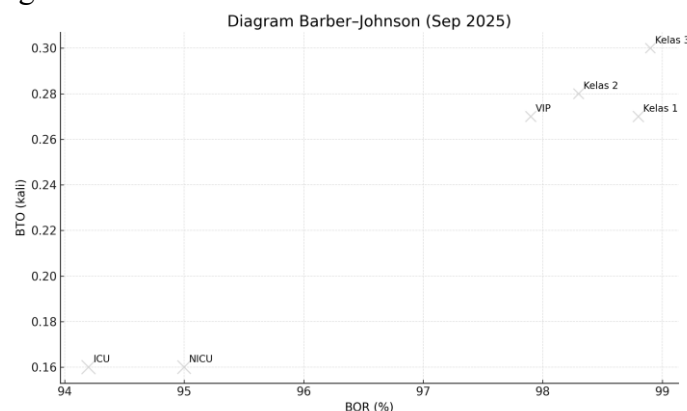
Tabel 1. KPI Per Bangsal (September 2025)

Bangsal	BOR (%)	LOS (hari)	TOI (hari)	BTO (kali)
ICU	94.2	6.8	0.5	0.16
Kelas 1	98.8	4.2	0.1	0.27
Kelas 2	98.3	3.8	0.1	0.28
Kelas 3	98.9	3.5	0.0	0.3
NICU	95.0	6.3	0.4	0.16
VIP	97.9	4.0	0.1	0.27

Perbandingan antar bangsal memperlihatkan perbedaan profil yang penting. Bangsal kelas 1 - 3 dan VIP menampilkan BOR di atas 97% dengan jeda TOI berada pada kisaran 0 - 0,1 hari. Kombinasi tersebut menandakan kapasitas terpakai hampir tanpa jeda dengan perputaran pasien yang relatif baik (BTO 0,27 - 0,30 pada kelas 1 - 3). Dalam situasi seperti ini, kendala utama lebih dekat pada keterbatasan jumlah tempat tidur yang tersedia daripada masalah proses perawatan. Sebaliknya, ICU dan NICU memperlihatkan karakteristik yang berbeda: lama rawat lebih panjang (LOS 6,3 - 6,8 hari) dan perputaran lebih rendah (BTO 0,16). Okupansi yang tetap tinggi pada dua unit ini lebih banyak dipengaruhi oleh kompleksitas klinis dan kebutuhan monitoring intensif. Strategi penanganan karenanya perlu dibedakan antara unit akut dan rawat inap umum.

Implikasi praktis dari temuan per bangsal antara lain: (i) penguatan mekanisme penempatan pasien *step - down* dari ICU/NICU ke unit transisi untuk memperpendek LOS di unit kritis, (ii) evaluasi kebijakan alokasi tempat tidur pada kelas 1 - 3 dan VIP untuk membuka ruang redistribusi saat puncak permintaan, dan (iii) pemanfaatan indikator TOI sebagai pemicu alarm operasional ketika nilai mendekati nol selama beberapa hari berturut - turut.

Grafik 3. Diagram Barber Johnson



Pemetaan pada diagram Barber - Johnson memperlihatkan mayoritas titik berada di area BOR sangat tinggi. Titik ICU dan NICU tampak memiliki ukuran marker lebih besar merepresentasikan LOS yang lebih Panjang dengan nilai BTO lebih rendah dibandingkan bangsal lainnya. Sebaliknya, bangsal kelas 1 - 3/VIP berkumpul di area BOR ekstrem dengan BTO relatif lebih tinggi. Secara substantif, konfigurasi ini berarti bahwa peningkatan efisiensi di bangsal umum hanya akan memberikan dampak terbatas selama penambahan atau redistribusi kapasitas tidak dilakukan. sementara itu, perbaikan efisiensi di ICU/NICU lebih bertumpu pada intervensi klinis dan tata laksana lintas disiplin, seperti optimalisasi kriteria transfer ke unit *intermediate*.

Ringkasnya, tiga potret tren tahunan, dinamika harian, dan perbandingan per bangsal membentuk narasi yang konsisten: *hospital wide occupancy* berada pada zona *over capacity* secara berkelanjutan, dengan determinan yang berbeda antara unit kritis dan unit rawat inap umum.

Uji beda sederhana terhadap kecepatan pelaporan sebelum dan sesudah penerapan *Business Intelligence* menunjukkan perbaikan yang bermakna secara statistik ($p < 0,05$). Evaluasi akurasi perhitungan indikator terhadap rekap manual memperlihatkan kesalahan rata-rata yang rendah serta berada dalam batas toleransi yang ditetapkan secara internal. Detail angka uji dilampirkan pada bagian metode dan lampiran pengujian.

PEMBAHASAN

Data yang telah diolah memperlihatkan temuan utama bahwa rumah sakit beroperasi dalam kondisi keokupasian sangat tinggi dan berkelanjutan. Pada tataran konseptual, kondisi ideal menempatkan BOR pada rentang 75 - 85% agar tersedia kelonggaran untuk merespons variasi permintaan, pemeliharaan mutu, serta aktivitas penunjang. Ketika angka bertahan di kisaran 95 - 100% selama berbulan-bulan, margin adaptasi menyusut dan risiko efek domino meningkat, mulai dari keterlambatan penyerahan tempat tidur hingga antrian di instalasi gawat darurat.

Penjelasan yang lebih spesifik muncul ketika indikator dipilah per bangsal. Pada bangsal kelas 1 - 3/VIP, nilai BTO relatif tinggi sementara TOI hampir nol. Artinya, proses keluar masuk pasien berlangsung cepat, tetapi jumlah tempat tidur yang tersedia tidak memadai untuk menyerap beban perawatan. Intervensi yang relevan adalah perluasan kapasitas fungsional baik melalui redistribusi lintas kelas, konversi sementara, maupun pengaturan jadwal elektif untuk meratakan beban harian. Pada sisi lain, ICU/NICU memerlukan strategi yang menargetkan lama rawat. Penerapan EDD pada perawatan kritis, protokol harian untuk evaluasi kesiapan transfer, serta keberadaan unit *intermediate* dapat menurunkan LOS tanpa mengorbankan keselamatan.

Temuan pada tren harian juga menegaskan pentingnya tata kelola di tingkat mikro. Ketika beberapa hari berturut - turut menunjukkan BOR mendekati 100%, keandalan proses pembersihan dan persiapan tempat tidur menjadi kunci. Pengaturan waktu *discharging* pada jam - jam kerja, koordinasi antar profesi melalui *bed meeting*, serta penggunaan daftar periksa standar untuk menurunkan variasi proses merupakan langkah yang dapat segera dilaksanakan. Dalam jangka menengah, sistem peringatan dini berbasis ambang (misalnya jika BOR harian melampaui 85% selama dua hari) akan membantu manajer mengambil tindakan preventif sebelum hambatan mengeras.

Jika dikaitkan dengan telaah sebelumnya, pola yang diamati sejalan dengan argumen bahwa okupansi yang sangat tinggi cenderung berkorelasi dengan keterbatasan kemampuan penyerapan layanan elektif dan meningkatnya waktu tunggu pasien.

SIMPULAN

Analisis yang dilakukan menunjukkan bahwa tingkat okupansi tempat tidur di rumah sakit berada pada level sangat tinggi secara berkelanjutan. Pola tersebut tampak pada tren bulanan, pengamatan harian, dan perbandingan per bangsal. Unit rawat inap umum menghadapi keterbatasan kapasitas fungsional, sedangkan unit perawatan intensif ditandai oleh lama rawat yang lebih panjang dan perputaran yang rendah. Penyajian berbasis *Business Intelligence* mempermudah pengenalan pola dan memberikan landasan yang jelas bagi intervensi.

Implikasi praktis yang dapat segera diterapkan mencakup penetapan EDD dan *discharge planning* yang disiplin, penguatan *bed meeting* harian, penjadwalan elektif yang lebih merata, serta fleksibilitas alokasi tempat tidur lintas kelas. Untuk jangka menengah, pengembangan unit *step down* dan sistem peringatan dini berbasis ambang akan membantu menurunkan paparan *over capacity*. Dari sisi pengembangan sistem, integrasi modul prediksi jangka pendek dan notifikasi otomatis direkomendasikan agar keputusan operasional dapat lebih proaktif.

REFERENSI

- Andika, M., I*, F., Sutabri, T., Corresponding, *, & Fadilla, M. A. (2025). Utilizing Greedy Algorithm and Deep Reinforcement Learning for Optimizing Surgical Schedules in Adaptive Scheduling. *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, 9(2), 1021–2032. <https://doi.org/10.70609/GTECH.V9I2.6844>
- Bosque-Mercader, L., & Siciliani, L. (2022). The association between bed occupancy rates and hospital quality in the English National Health Service. *The European Journal of Health Economics*, 24(2), 209. <https://doi.org/10.1007/S10198-022-01464-8>
- Castagna, F., Xue, X., Saeed, O., Kataria, R., Puius, Y. A., Patel, S. R., Garcia, M. J., Racine, A. D., Sims, D. B., & Jorde, U. P. (2022). Hospital bed occupancy rate is an independent risk factor for COVID-19 inpatient mortality: a pandemic epicentre cohort study. *BMJ Open*, 12(2), e058171. <https://doi.org/10.1136/BMJOPEN-2021-058171>
- Coiera, E., Chan, A., Brooke-Cowden, K., Rahimi-Ardabili, H., Halim, N., & Tufanaru, C. (2025). Clinical and economic impact of digital dashboards on hospital inpatient care: a systematic review. *JAMIA Open*, 8(4), ooaf078. <https://doi.org/10.1093/JAMIAOPEN/OOAF078>
- Fadilla, M. A., & Sutabri, T. (2024). PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI APLIKASI UNTUK MENGLASIFIKASI PROSEDUR MEDIS BERDASARKAN DIAGNOSIS MEDIS MENGGUNAKAN MACHINE LEARNING. *Jurnal Rekayasa Sistem Informasi Dan Teknologi*, 2(2), 696–705. <https://doi.org/10.70248/JRSIT.V2I2.1419>
- Gregório, J., Reis, L., Peyroteo, M., Maia, M., Mira da Silva, M., & Lapão, L. V. (2021a). The role of Design Science Research Methodology in developing pharmacy eHealth services. *Research in Social & Administrative Pharmacy: RSAP*, 17(12), 2089–2096. <https://doi.org/10.1016/J.SAPHARM.2021.05.016>
- Gregório, J., Reis, L., Peyroteo, M., Maia, M., Mira da Silva, M., & Lapão, L. V. (2021b). The role of Design Science Research Methodology in developing pharmacy eHealth services. *Research in Social and Administrative Pharmacy*, 17(12), 2089–2096. <https://doi.org/10.1016/j.sapharm.2021.05.016>
- Janke, A. T., Melnick, E. R., & Venkatesh, A. K. (2022a). Hospital Occupancy and Emergency Department Boarding During the COVID-19 Pandemic. *JAMA Network Open*, 5(9), e2233964–e2233964. <https://doi.org/10.1001/JAMANETWORKOPEN.2022.33964>
- Janke, A. T., Melnick, E. R., & Venkatesh, A. K. (2022b). Hospital Occupancy and Emergency Department Boarding During the COVID-19 Pandemic. *JAMA Network*

- Open, 5(9), e2233964–e2233964.
<https://doi.org/10.1001/JAMANETWORKOPEN.2022.33964>
- Janke, A. T., Melnick, E. R., & Venkatesh, A. K. (2022c). Hospital Occupancy and Emergency Department Boarding During the COVID-19 Pandemic. *JAMA Network Open*, 5(9), e2233964–e2233964.
<https://doi.org/10.1001/JAMANETWORKOPEN.2022.33964>
- OECD Indicators. (2023). *Health at a Glance 2023*. <https://doi.org/10.1787/7A7AFB35-EN>
- Pecoraro, F., Luzi, D., & Clemente, F. (2021a). The efficiency in the ordinary hospital bed management: A comparative analysis in four European countries before the COVID-19 outbreak. *PLOS ONE*, 16(3), e0248867.
<https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0248867>
- Pecoraro, F., Luzi, D., & Clemente, F. (2021b). The efficiency in the ordinary hospital bed management: A comparative analysis in four European countries before the COVID-19 outbreak. *PLOS ONE*, 16(3), e0248867.
<https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0248867>
- Pecoraro, F., Luzi, D., & Clemente, F. (2021c). The efficiency in the ordinary hospital bed management: A comparative analysis in four European countries before the COVID-19 outbreak. *PLOS ONE*, 16(3), e0248867.
<https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0248867>
- Pecoraro, F., Luzi, D., & Clemente, F. (2021d). The efficiency in the ordinary hospital bed management: A comparative analysis in four European countries before the COVID-19 outbreak. *PLOS ONE*, 16(3), e0248867.
<https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0248867>
- Seo, H., Ahn, I., Gwon, H., Kang, H., Kim, Y., Choi, H., Kim, M., Han, J., Kee, G., Park, S., Ko, S., Jung, H. J., Kim, B., Oh, J., Jun, T. J., & Kim, Y. H. (2024). Forecasting Hospital Room and Ward Occupancy Using Static and Dynamic Information Concurrently: Retrospective Single-Center Cohort Study. *JMIR Medical Informatics*, 12, e53400. <https://doi.org/10.2196/53400>
- Sharma, N., Moffa, G., Schwendimann, R., Endrich, O., Ausserhofer, D., & Simon, M. (2022). The effect of time-varying capacity utilization on 14-day in-hospital mortality: a retrospective longitudinal study in Swiss general hospitals. *BMC Health Services Research*, 22(1), 1–11. <https://doi.org/10.1186/S12913-022-08950-Y/TABLES/2>
- Sutabri, T., Enjelika, D., Mujiranda, S., & Virna, L. (2023). Transformasi Digital di Puskesmas Menuju Pelayanan Kesehatan yang Lebih Efisien dan Berkualitas. *IJM: Indonesian Journal of Multidisciplinary*, 1(5).
- Sutabri, T., & others. (2024). EVALUASI KINERJA DAN KENDALA SISTEM IT DI RUMAH SAKIT ERNALDI BAHAR PALEMBANG: PENDEKATAN IT AUDIT BERBASIS COBIT. *JUSIM (Jurnal Sistem Informasi Musirawas)*, 9(2), 110–121.
- Syahwali, A. J., Piwari, B., Prabowo, A., & Sutabri, T. (2023). Transformasi Digital Untuk Pengembangan Pelayanan Kesehatan di Rumah Sakit. *IJM: Indonesian Journal of Multidisciplinary*, 1(5), 1770–1777.
- Tello, M., Reich, E. S., Puckey, J., Maff, R., Garcia-Arce, A., Bhattacharya, B. S., & Feijoo, F. (2022). Machine learning based forecast for the prediction of inpatient bed demand. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 22(1), 1–13.
<https://doi.org/10.1186/S12911-022-01787-9/FIGURES/7>
- Tenda, E. D., Asaf, M. M., Pradipta, A., Kumaheri, M. A., & Susanto, A. P. (2021). The COVID-19 surge in Indonesia: what we learned and what to expect. *Breathe*, 17(4), 210146. <https://doi.org/10.1183/20734735.0146-2021>