



# Faktor-Faktor yang Berpengaruh terhadap Peningkatan dan Status Pencapaian Target Hemoglobin Pasien Berdasarkan Rumus Kebutuhan Darah

Ediansyah Ediansyah<sup>1</sup>, Retno Indah Pertiwi<sup>1\*</sup>, Fia Azzhara<sup>1</sup>, Nitzah Nitzah<sup>1</sup>, Fenny Aztari<sup>2</sup>, Rahmat Apipi<sup>3</sup>

1. Riset dan Manajemen Pengetahuan, RS AN-NISA Tangerang, Indonesia
2. Manajer Penunjang, RS AN-NISA Tangerang, Indonesia
3. Laboratorium, RS AN-NISA Tangerang, Indonesia

\*Korespondensi: [retnoindahpertiwi@gmail.com](mailto:retnoindahpertiwi@gmail.com)

## ABSTRAK

**Pendahuluan:** Fenomena pasien yang melakukan transfusi darah, tetapi tidak menunjukkan peningkatan Hemoglobin (Hb) yang signifikan memicu untuk dilakukan penelitian lebih lanjut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan volume darah, *turnaround time* (TAT) transfusi darah, dan hasil *crossmatch* terhadap peningkatan dan status pencapaian target Hb pasien berdasarkan rumus kebutuhan darah.

**Metode:** Penelitian ini menggunakan desain kohort retrospektif dengan mengambil data EMR meliputi kadar Hb pasien, TAT transfusi darah, hasil *crossmatch*, dan volume darah. Populasi penelitian ini adalah pasien pelayanan BDRS RS AN-NISA Tangerang pada periode Januari-Mei 2025. Sampel dalam penelitian ini berjumlah 435 pasien.

**Hasil:** Volume darah memiliki hubungan yang signifikan dengan perubahan kadar Hb ( $r=0,505$ ;  $r^2=0,253$ ;  $p\text{-value}<0,001$ ) dan status pencapaian target Hb berdasarkan rumus kebutuhan darah ( $OR=1,001$ ;  $95\% CI=1,000-1,002$ ;  $p\text{-value}=0,030$ ). Hasil *crossmatch* menunjukkan hubungan yang tidak signifikan terhadap perubahan kadar Hb ( $p\text{-value}=0,237$ ) maupun status pencapaian target Hb ( $p\text{-value}=0,862$ ). *Turnaround time* transfusi darah tidak menunjukkan hubungan yang signifikan terhadap perubahan Hb ( $p\text{-value}=0,507$ ) maupun pencapaian target kadar Hb ( $p\text{-value}=0,709$ ).

**Kesimpulan:** Volume darah menjadi faktor utama yang terbukti berpengaruh signifikan secara statistik terhadap peningkatan status pencapaian target kadar Hb berdasarkan rumus kebutuhan darah, sedangkan TAT transfusi darah dan hasil *crossmatch* tidak menunjukkan hubungan yang signifikan.

**Kata Kunci:** transfusi darah; volume darah; *turnaround time*; *crossmatch*; hemoglobin

## ABSTRACT

**Introduction:** The phenomenon of patients who undergo blood transfusion, but do not show a significant increase in Hemoglobin (Hb) has prompted further research. This study aims to determine the relationship between blood volume, blood transfusion Turnaround Time (TAT), and crossmatch results on the increase and status of achieving patient Hb targets based on the blood requirement formula.

**Method:** This study used a retrospective cohort design, collecting EMR data including patient Hb levels, blood transfusion TAT, crossmatch results, and blood volume. The study population was patients in the BDRS service at AN-NISA Hospital, Tangerang, between January and May 2025. The sample size for this study was 435 patients.

**Results:** Blood volume had a significant relationship with changes in Hb levels ( $r=0.505$ ;  $r^2=0.253$ ;  $p\text{-value}<0.001$ ) and the status of achieving Hb targets based on the blood requirement formula ( $OR=1.001$ ;  $95\% CI=1.000-1.002$ ;  $p\text{-value}=0.030$ ). The crossmatch results showed no significant relationship with changes in Hb levels ( $p\text{-value}=0.237$ ) or the status of achieving Hb targets ( $p\text{-value}=0.862$ ). Blood transfusion turnaround time did not show a significant relationship with changes in Hb ( $p\text{-value}=0.507$ ) or the achievement of Hb target levels ( $p\text{-value}=0.709$ ).

**Conclusion:** Blood volume is the main factor that has been proven to have a statistically significant effect on increasing the status of achieving Hb level targets based on the blood requirement formula, while blood transfusion TAT and crossmatch results did not show a significant relationship.

**Keywords:** *blood transfusion; blood volume; turnaround time; crossmatch; hemoglobin*

---

## PENDAHULUAN

Layanan transfusi darah merupakan aspek krusial dalam perawatan medis, khususnya pada intervensi bedah, komplikasi kehamilan, penyakit kronis, dan keganasan suatu penyakit (Joon et al., 2024). Komponen darah yang biasanya ditransfusikan adalah *packed red cells* (PRC), *whole blood* (WB), *thrombocyte concentrate* (TC), dan *fresh frozen plasma* (FPP) (Linda & Ninda, 2018). Setiap rumah sakit memiliki unit sendiri yang bertanggung jawab dalam melakukan pelayanan transfusi darah, yaitu Bank Darah Rumah Sakit (BDRS). Pelayanan transfusi darah tidak boleh dikomersilkan karena bertujuan untuk mendukung pelayanan kesehatan di rumah sakit agar tersedianya darah yang cukup, aman, dan bermutu (Kementerian Kesehatan RI, 2015; Putri, 2022). Jumlah darah atau volume darah yang akan ditransfusikan perlu dihitung berdasarkan kebutuhan darah pasien. Rumus kebutuhan darah disesuaikan dengan kadar Hemoglobin (Hb) pre dan post, berat badan, serta faktor risiko tertentu yang dapat digunakan sebagai acuan untuk menilai kecukupan transfusi darah. Umumnya satu unit PRC dapat meningkatkan kadar Hb pada pasien dewasa sekitar 1 g/dL (Hanifah, 2022; Karafin et al., 2019).

Sebelum produk darah diberikan, perlu dilakukan pengujian silang (*crossmatch*) sebagai salah satu skrining untuk menurunkan risiko reaksi transfusi, memastikan kecocokan darah, dan menjamin keamanan serta kebermanfaatannya transfusi darah. Jumlah pasien yang melakukan *crossmatch* berpengaruh terhadap kadar Hb (Farida & Untoro, 2016). Pengujian kompatibilitas darah pada Bank Darah meliputi pengelompokan darah, skrining antibodi tidak teratur, dan *crossmatch* fase antiglobulin secara tidak langsung (Agnihotri & Agnihotri, 2018). *Crossmatch* adalah pemeriksaan darah pasien dan donor untuk memastikan keamanan transfusi darah dengan mengidentifikasi kecocokan antara donor dan penerima sampel (Naomi et al., 2021). Tujuan pengujian *crossmatch* dilakukan untuk memprediksi reaksi transfusi darah pada pasien sebelum dilakukannya transfusi darah (Primadita et al., 2024). Hasil *crossmatch* terbagi menjadi dua, yaitu *compatible* dan *incompatible*. *Compatible* menunjukkan hasil pemeriksaan darah pasien dan donor memiliki kecocokan, sebaliknya *incompatible* menunjukkan hasil pemeriksaan darah dan donor tidak memiliki kecocokan. Darah yang *incompatible* biasanya memerlukan pemeriksaan lanjutan untuk menemukan penyebab reaksi ketidakcocokan (Kementerian Kesehatan RI, 2015). Strategi yang banyak digunakan dalam mengatasi *incompatible* pada transfusi darah berpusat pada perubahan atau perlindungan antigen yang tidak cocok pada permukaan sel darah merah (Yang et al., 2024).

Setiap tahapan dalam proses transfusi darah perlu dihitung waktu penyelesaiannya atau dikenal dengan sebutan *turnaround time* (TAT). *Turnaround time* perlu diperhatikan untuk mengetahui optimal atau tidaknya perawatan pasien (Gnanaraj et al., 2023). Misalnya, ada atau tidaknya peningkatan kadar Hb dalam kurun waktu tertentu. *Turnaround time* didefinisikan sebagai waktu yang dibutuhkan dari saat permintaan diterima di Bank Darah sampai darah tersedia untuk ditransfusi (Kaslam et al., 2023). Hal ini bertujuan untuk mengamankan donor dan proses transfusi. Waktu mulai transfusi darah dicatat oleh perawat pada laporan kompatibilitas darah yang dikeluarkan oleh Bank Darah (Agnihotri & Agnihotri, 2018). Waktu yang dicatat disesuaikan dengan tahapan transfusi darah, yaitu pemesanan, pemeriksaan spesimen, transfusi darah, hingga keseluruhan TAT (Agnihotri & Agnihotri, 2018).

Kesuksesan keseluruhan tahapan transfusi darah dapat diketahui berdasarkan pemantauan kadar Hb pasien (Linda & Ninda, 2018). Kenaikan Hb pada pasien dapat dipengaruhi beberapa faktor, seperti usia, zat besi, berat badan, banyaknya cairan yang masuk, penyakit yang diderita pasien, komponen, dan karakteristik pasien (Lo et al., 2021; Roubinian et al., 2019; Siska, 2019). Namun, dalam beberapa kasus peningkatan Hb seringkali tidak signifikan. Fenomena pasien yang melakukan transfusi darah, tetapi tidak menunjukkan peningkatan Hb yang signifikan memicu untuk dilakukan penelitian lebih

lanjut. Hal ini untuk bisa menganalisis apakah jumlah darah yang ditransfusikan, keterlambatan pemberian transfusi, dan hasil *crossmatch* berpengaruh terhadap peningkatan Hb pasien. Jumlah darah yang ditransfusikan atau banyaknya cairan yang masuk menjadi faktor penting dalam memengaruhi kadar Hb (Siska, 2019), ketepatan atau keterlambatan pemberian transfusi perlu diperhatikan untuk mengoptimalkan perawatan pasien (Gnanaraj et al., 2023) dan efektivitas hasil terapi, serta permintaan jumlah tes *crossmatch* berpengaruh langsung dan signifikan terhadap kadar Hb sebelum operasi (Farida & Untoro, 2016) sehingga perlu diteliti lebih lanjut terkait hasil *crossmatch* terhadap peningkatan kadar Hb. Penelitian sebelumnya lebih banyak membahas perbandingan peningkatan Hb pre dan post pada penyakit tertentu (Kristiani, 2021; Kusumawardani et al., 2025). Belum ditemukan penelitian yang mengaitkan peningkatan Hb pasien berdasarkan volume darah, TAT transfusi darah, dan hasil *crossmatch* berdasarkan status kebutuhan darah. Hal inilah yang menjadi landasan dilakukan penelitian dengan tujuan, yaitu untuk mengetahui hubungan volume darah, TAT transfusi darah, dan hasil *crossmatch* terhadap peningkatan dan status pencapaian target Hb pasien berdasarkan rumus kebutuhan darah.

## METODE

Penelitian ini menggunakan desain kohort retrospektif. Penelitian dilakukan dari bulan Mei-Juli 2025 dengan mengambil data EMR pasien pelayanan BDRS yang meliputi kadar Hb pasien, TAT transfusi darah, hasil *crossmatch*, dan volume darah pada bulan Januari-Mei 2025 di RS AN-NISA Tangerang. Penelitian ini sudah ditinjau dan diterima oleh Universitas Yatsi Madani dengan nomor layak etik 381/LPPM-UYM/VII/2025. Populasi target pada penelitian ini adalah seluruh pasien yang mendapatkan pelayanan BDRS di RS AN-NISA Tangerang. Adapun populasi terjangkau dari penelitian ini adalah pasien pelayanan BDRS RS AN-NISA Tangerang pada periode Januari-Mei 2025. Sampel adalah populasi terjangkau yang memenuhi kriteria inklusi maupun kriteria eksklusi penelitian. Kriteria inklusi pada penelitian ini adalah: 1) pasien yang terdaftar sebagai pasien pelayanan BDRS di RS AN-NISA Tangerang dari bulan Januari-Mei 2025; 2) pasien yang melakukan transfusi darah PRC dan WB; 3) pasien dengan hasil *crossmatch* yang bersifat seragam (seluruhnya compatible atau seluruhnya incompatible) selama rangkaian transfusi; dan 4) memiliki catatan rekam medis yang lengkap. Kriteria eksklusi pada penelitian ini adalah pasien dengan usia bayi (<12 bulan) dikeluarkan dari sampel penelitian. Teknik sampling yang digunakan adalah total sampling, sehingga diperoleh 435 subjek penelitian yang telah memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi.

Deskripsi data divisualisasikan dalam bentuk tabel yang berisi nilai statistik nilai tengah (median) dan minimal maksimal untuk data numerik. Telah dilakukan juga sebelumnya uji normalitas data dengan menggunakan uji Kolmogorov Smirnov. Analisa data dengan uji statistik disesuaikan pada jenis variabel yang akan dianalisis. Uji analisis subgroup (analisis intra-kelompok) akan dilakukan menggunakan uji Wilcoxon. Selain itu, uji analisis subgroup (analisis inter-kelompok) dilakukan menggunakan uji Mann-Whitney. Untuk data kategorik disajikan dalam bentuk persentase dan analisis data yang digunakan menggunakan perbedaan proporsi dengan dilakukan uji *chi-square*. Analisis dilakukan sampai pada multivariat untuk mengontrol pengaruh dari variabel perancu pada penelitian ini, yang diidentifikasi dengan mengeluarkan variabel independent satu per-satu yang dimulai dari variabel yang memiliki nilai signifikansi terbesar. Apabila setelah dikeluarkan, terdapat perubahan nilai OR lebih dari 10% maka variabel tersebut dinyatakan sebagai perancu. Nilai *p-value* <0,005 dianggap bermakna atau variabel tersebut memiliki hubungan secara statistik. Keseluruhan proses analisis dari univariat sampai multivariat menggunakan program IBM SPSS versi 22.0. Berikut definisi operasional variabel yang digunakan dalam penelitian ini (Tabel 1).

Tabel 1. Definisi Operasional Variabel

Variabel	Definisi Operasional	Cara Ukur	Hasil Ukur	Skala
<b>Variabel Dependen</b>				
Perubahan Kadar Hemoglobin ( $\Delta$ Hb)	Pengukuran kadar Hb pasien yang dilakukan sebelum dan sesudah tranfusi darah	Data Rekam Medis (Hb post - Hb pre)	Nilai Kadar Hb (g/dL)	Interval
Status Pencapaian Target Hb Pasien berdasarkan Rumus Kebutuhan Darah	Status pencapaian kadar Hb pasca transfusi terhadap kadar Hb yang ditargetkan sesuai dengan perhitungan menggunakan rumus kebutuhan darah	Data Rekam Medis	0 = Tidak 1 = Ya	Nominal
<b>Variabel Independen</b>				
TAT Transfusi Darah	Waktu yang dibutuhkan sejak darah diterima di Bank Darah hingga darah tersebut diberikan kepada pasien	Data Rekam Medis	Perhitungan Waktu TAT dalam satuan menit	Rasio
Hasil <i>Crossmatch</i>	Hasil uji kecocokan atau ketidaksesuaian antara darah pendonor dan darah pasien	Data Rekam Medis	0 = <i>Incompatible</i> 1 = <i>Compatible</i>	Nominal
Volume Darah	Komponen darah yang diberikan kepada pasien dalam satu atau beberapa kali tindakan transfusi, dengan tujuan menggantikan darah yang hilang atau memperbaiki kadar hemoglobin	Data Rekam Medis	Nilai Volume Darah (mL)	Rasio

## HASIL

### Karakteristik Subjek Penelitian

Tabel 2. Karakteristik Subjek Penelitian

Karakteristik	Frekuensi (N)	Persentase (%)/ Median (Minimal-Maksimal)
<b>TAT Transfusi Darah</b>		
<=30 Menit	43	9,90%
>30 Menit	392	90,10%
<b>Hasil Crossmatch Pasien</b>		
Incompatible	118	27,10%
Compatible	317	72,90%
<b>Status Pencapaian Target Kadar Hb</b>		
Tidak	226	52,00%
Ya	209	48,00%
Volume Darah	435	456 (129 - 1000)
Hb Sebelum Transfusi	435	7,40 (2,90 - 14,50)
Hb Sesudah Transfusi	435	9,30 (4,70 - 14,00)
Perubahan Kadar Hb	435	1,80 (-3,80 - 7,00)

Tabel 2 menunjukkan mayoritas pasien sebesar 90,10% menerima transfusi darah dalam waktu ≤30 menit setelah darah keluar dari bank darah, sedangkan 9,90% pasien menerima transfusi darah dalam waktu >30 menit setelah darah keluar dari bank darah. Hasil *crossmatch* pasien mayoritas *compatible* 72,90%, sedangkan 27,10% hasil *crossmatch* pasien *incompatible*. Persentase peningkatan Hb pasien yang menggunakan rumus kebutuhan darah adalah 48% atau sedikit lebih rendah dibandingkan persentase peningkatan Hb pasien yang tidak menggunakan rumus kebutuhan darah adalah 52%.

Rumus yang digunakan untuk melihat status pencapaian target kadar Hb:

$$\text{Hb target} = \frac{\text{Kebutuhan PRC} / \text{Volume Darah yang sudah diberikan (ml)}}{\text{Berat Badan} \times \text{Faktor koreksi}} + \text{Hb Awal}$$

Rumus diatas berdasarkan rumus untuk menghitung kebutuhan darah = (Hb yang diinginkan - Hb saat ini) x berat badan x faktor koreksi.

### Perbandingan Kadar Hemoglobin Pre dan Post Transfusi Darah

Tabel 3. Perbandingan Kadar Hemoglobin Pre dan Post Transfusi Darah serta Perbedaan Rerata

Waktu Penilaian	Nilai HB (median (min-maks))	Perbedaan Rerata MD (95%) CI	Nilai <i>p-value</i>
Hb Pre Transfusi	7,40 (2,90-14,50)	1,90 (1,77-2,04)	<0,001
Hb Post Transfusi	9,30 (4,70 - 14,00)		

Tabel 3 menunjukkan perbandingan kadar Hb pre dan post transfusi. Temuan penelitian ini menyebutkan terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik antara kadar Hb pre dan post (*p-value* < 0,001) sebesar 1,90 g/dL.

Tabel 4. Perbandingan Kadar Hemoglobin Pre dan Post Transfusi Darah serta Perbedaan Rerata Berdasarkan Rumus Kebutuhan Darah

Hb	Peningkatan Hb Tidak Sesuai			Peningkatan Hb Sesuai		
	Median (Min-Maks)	MD (95% CI)	<i>p-value</i>	Median (Min-Maks)	MD (95% CI)	<i>p-value</i>
Hb Pre	7,70 (3,40-14,50)	1,08 (0,91-1,24)	<0,001	6,90 (2,90-11,70)	2,80 (2,65-2,96)	<0,001
Hb Post	8,90 (4,70-13,50)			9,50 (5,60-14,00)		

Tabel 4 menunjukkan hasil pada kedua kelompok, peningkatan kadar Hb tampak lebih tinggi pada kelompok sesuai dengan rumus kebutuhan darah (2,80 g/dL) dibandingkan kelompok tidak sesuai dengan rumus kebutuhan darah (1,80 g/dL). Hasil tersebut menunjukkan kenaikan Hb memang bisa diasumsikan transfusi berjalan dengan berhasil atau efektif. Namun, keberhasilan transfusi tidak hanya dilihat dari kenaikan Hb saja, tetapi apakah kenaikan Hb tersebut sudah optimal atau mencapai target yang direncanakan atau tidak.

### Faktor Volume Darah

Tabel 5. Hubungan Volume Darah terhadap Perubahan Kadar Hemoglobin

Variabel	r	r <sup>2</sup>	Nilai <i>p-value</i>
Volume darah dan delta Hb pasien	0,505	0,253	<0,001

Tabel 5 menunjukkan sebesar 25,3% variasi nilai perubahan kadar Hb dapat dijelaskan oleh variabel volume darah dan 74,7% dijelaskan oleh variabel yang tidak diteliti dalam penelitian ini. Nilai p-value menunjukkan <0,001 artinya terdapat hubungan yang signifikan antara volume darah terhadap perubahan kadar Hb.

Tabel 6. Hubungan antara Volume Darah terhadap Status Kesesuaian Hemoglobin Berdasarkan Rumus Kebutuhan Darah

Status Kesesuaian Hb	Mean $\pm$ SD	Median (min-maks)	Nilai <i>p-value</i>
Peningkatan Hb tidak sesuai	406,42 $\pm$ 164,71	450 (150-1.000)	0,022
Peningkatan Hb sesuai	440,67 $\pm$ 160,88	460 (129-1.000)	

Tabel 6 menyatakan terdapat hubungan antara volume darah terhadap status peningkatan Hb. Rata-rata volume darah lebih tinggi pada kelompok dengan peningkatan Hb yang sesuai dibanding kelompok yang tidak sesuai.

### Faktor *Turnaround Time* Transfusi Darah

Tabel 7. Hubungan antara *Turnaround Time* Transfusi Darah terhadap Perubahan Kadar Hemoglobin

Variabel	Mean $\pm$ SD (Hb)	Median (min-maks)	Nilai <i>p-value</i>
TAT Waktu Transfusi			
>30 menit	1,77 $\pm$ 1,67	1,80 (-3,80-5,10)	0,997
$\leq$ 30 menit	1,92 $\pm$ 1,45	1,80 (-2,20-7,00)	

Tabel 7 menunjukkan hasil analisis uji Mann-Whitney menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik antara pasien dengan TAT  $\leq$ 30 menit dan >30 menit (*p-value*=0,997) terhadap perubahan kadar Hb.

Tabel 8. Hubungan antara *Turnaround Time* Transfusi Darah terhadap Status Kesesuaian Hemoglobin Berdasarkan Rumus Kebutuhan Darah

TAT Transfusi (Kategorik)	Status Kesesuaian Hb		OR	<i>p-value</i>
	Tidak	Ya		
>30 menit	24 (55,80%)	19 (44,20%)	1,12 (0,63-2,245)	0,709
$\leq$ 30 menit	202 (51,50%)	190 (48,50%)		

Tabel 8 menunjukkan nilai *p-value* sejumlah 0,709 artinya tidak ada hubungan antara waktu keterlambatan transfusi terhadap status peningkatan Hb sesuai dengan rumus kebutuhan darah. Meskipun jika dilihat dari perbandingan proporsinya, proporsi kelompok pasien  $\leq$ 30 menit sedikit lebih tinggi dibandingkan proporsi kelompok pasien >30 menit pada pasien yang peningkatan Hb post transfusi sesuai dengan rumus kebutuhan darah. Namun, perbedaan proporsi tersebut tidak signifikan.

Tabel 9. Hubungan antara *Turnaround Time* Transfusi Darah terhadap Status Kesesuaian Hemoglobin Berdasarkan Rumus Kebutuhan Darah

Status Kesesuaian Hb	Mean $\pm$ SD (TAT)	Median (min-maks)	Nilai <i>p-value</i>
Peningkatan Hb tidak sesuai	13,54 $\pm$ 20,87	7,50 (0-157)	0,786
Peningkatan Hb sesuai	11,61 $\pm$ 11,83	7,50 (0-67,50)	

Tabel 9 merupakan hasil analisis dengan menggunakan uji Mann-Whitney ditemukan tidak terdapat perbedaan rerata TAT transfusi pada kedua kelompok. Meskipun jika dilihat dari reratanya,

terlihat bahwa pasien yang peningkatan Hb post nya sesuai dengan rumus kebutuhan darah memiliki rerata TAT yang sedikit lebih rendah.

### Faktor Hasil *Crossmatch*

Tabel 10. Hubungan antara Hasil *Crossmatch* terhadap Perubahan Kadar Hemoglobin

Variabel	Mean $\pm$ SD (Hb)	Median (min-maks)	MD (95% CI)	Nilai <i>p-value</i>
Hasil <i>Crossmatch</i>				
Incompatible	1,99 $\pm$ 1,48	1,90 (-3,80-7,00)	0,12 (-0,18-0,44)	0,237
Compatible	1,87 $\pm$ 1,47	1,80 (-2,20-7,00)		

Tabel 10 menunjukkan rerata kenaikan Hb kelompok *compatible* sedikit lebih rendah dibandingkan kelompok *incompatible*. Hasil analisis uji Mann-Whitney menunjukkan nilai *p-value* 0,237 memiliki arti tidak ada perbedaan antara pasien dengan hasil *crossmatch compatible* dengan hasil *crossmatch incompatible*. Tabel 11 merupakan hasil uji chi square menunjukkan nilai *p-value* sebesar 0,862 artinya *crossmatch* terhadap status kesesuaian Hb tidak terdapat hubungan yang bermakna.

Tabel 11. Hubungan antara Hasil *Crossmatch* terhadap Status Kesesuaian Hemoglobin Berdasarkan Rumus Kebutuhan Darah

Hasil <i>Crossmatch</i>	Status Kesesuaian Hb		OR	<i>p-value</i>
	Tidak	Ya		
Incompatible	60 (50,80%)	58 (49,20%)	0,94 (0,62-1,44)	0,862
Compatible	166 (52,40%)	151 (57,60%)		

### Analisis Multivariat Faktor-Faktor yang Memengaruhi Perubahan Kadar Hemoglobin Pasien

Tabel 12. Model Akhir Analisis Multivariat Faktor-Faktor yang Memengaruhi Perubahan Kadar Hemoglobin Pasien

Variabel	Koefisien B	Std. Error	t hitung	<i>p-value</i>	r	r <sup>2</sup>
Volume Darah	0,005	<0,001	12,377	<0,001	0,513	0,259
<i>Crossmatch</i>	-0,291	0,137	-2,123	0,034		

Tabel 12 menunjukkan volume darah merupakan prediktor paling kuat terhadap perubahan kadar Hb dengan *p-value* <0,001 dan koefisien positif 0,005 yang artinya setiap peningkatan volume darah sejumlah 1 mL akan meningkatkan delta Hb sebesar 0,005 g/dL. Setelah dikontrol dengan volume darah, hasil *crossmatch compatible* tetap mengalami kenaikan kadar Hb yang lebih rendah (0,291 g/dL) dibandingkan pasien dengan hasil *crossmatch incompatible*. Tabel 13. menunjukkan volume darah tetap signifikan secara statistik setelah mempertimbangkan variabel lain dengan *p-value* 0,030, meskipun efek secara substansi sangat kecil yaitu dengan OR 1,001.

Tabel 13 Model Akhir Analisis Multivariat Faktor-Faktor yang Memengaruhi Status Pencapaian Target Kadar Hemoglobin Berdasarkan Rumus Kebutuhan Darah

Variabel	OR	95% CI ( <i>Confidence Interval</i> )	<i>p-value</i>
Volume Darah	1,001	1,000-1,002	0,030

\* = *P*<0,05, variabel signifikan secara statistik

## PEMBAHASAN

Sampel pada penelitian ini berjumlah 435 pasien yang memenuhi kriteria inklusi sebagai pasien yang menerima PRC dan WB transfusi di RS AN-NISA Tangerang. Temuan pada penelitian ini menunjukkan faktor utama dalam peningkatan kadar Hb dan status penyesuaian kadar Hb berdasarkan kebutuhan darah adalah volume darah. Faktor utama ditentukan berdasarkan faktor-faktor atau variabel-variabel yang diteliti dalam penelitian ini. Volume darah terbukti sebagai faktor yang paling berpengaruh terhadap peningkatan kadar Hb, baik dalam analisis bivariat maupun multivariat. Terdapat korelasi positif sedang ( $r=0,505$ ,  $p<0,001$ ), dan dalam model regresi linear, volume darah menjelaskan 25,9% variasi perubahan kadar Hb. Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya, volume darah menjadi salah satu faktor penting yang memengaruhi kenaikan Hb pasien selain zat besi, usia, dan penyakit pasien (Siska, 2019). Sebab, penambahan volume darah memiliki arti peningkatan volume cairan darah untuk mengganti komponen darah yang kurang sehingga dapat memenuhi kebutuhan darah pasien.

Transfusi darah memberikan peningkatan kadar Hb yang signifikan secara statistik (rerata  $\Delta\text{Hb} = 1,90 \text{ g/dL}$ ,  $p<0,001$ ). Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya, terdapat peningkatan Hb rata-rata sebesar  $1,04 \pm 0,89 \text{ g/dL}$  (Roubinian et al., 2019); dan  $1,8 \text{ g/dL}$  (Kusumawardani et al., 2025). Peningkatan Hb setelah transfusi PRC sebesar  $0,98 \text{ g/dL}$  dan setelah transfusi WB sebesar  $0,54 \text{ g/dL}$  pada pasien anemia (Artha & Dwipayana, 2020). Peningkatan kadar Hb tampak lebih tinggi pada kelompok sesuai dengan rumus kebutuhan darah ( $2,80 \text{ g/dL}$ ) dibandingkan kelompok tidak sesuai dengan rumus kebutuhan darah ( $1,80 \text{ g/dL}$ ). Namun, hanya 48% pasien yang mencapai target Hb sesuai rumus kebutuhan darah. Artinya, peningkatan Hb yang signifikan secara statistik belum tentu bermakna secara klinis.

Pada sisi lain, peningkatan kadar Hb tampak lebih tinggi pada kelompok TAT  $\leq 30$  menit ( $1,92 \text{ g/dL}$ ) dibandingkan kelompok  $>30$  menit ( $1,77 \text{ g/dL}$ ). Hasil tersebut menjelaskan pasien yang menerima transfusi darah  $\leq 30$  menit setelah darah tersedia menunjukkan peningkatan kadar Hb sedikit lebih baik dibandingkan pasien yang menerima transfusi darah  $>30$  menit. Artinya, hasil penelitian mengindikasikan transfusi yang dilakukan dengan TAT transfusi  $\leq 30$  menit berpotensi memberikan peningkatan Hb yang lebih optimal. Temuan ini sejalan dengan peraturan Kementerian Kesehatan yang menerangkan TAT transfusi darah maksimal 30 menit sejak darah dikeluarkan dari BDRS (Kementerian Kesehatan RI, 2015). Rata-rata TAT transfusi darah pada penelitian sebelumnya adalah 25 menit dari 2.039 episode transfusi darah (Agnihotri & Agnihotri, 2018). TAT transfusi darah yang sesuai dengan peraturan, yaitu maksimal 30 menit akan memudahkan rumah sakit dalam mempertahankan kualitas layanan transfusi. Rumah sakit perlu untuk menetapkan dan memantau secara cermat TAT transfusi darah khususnya dalam keadaan darurat untuk meningkatkan kualitas layanan transfusi dan mengoptimalkan perawatan pasien (Gnanaraj et al., 2023). Meskipun demikian, hasil analisis bivariat menunjukkan TAT transfusi darah tidak memiliki hubungan secara statistik terhadap peningkatan kadar Hb pasien, serta tidak ada hubungan antara waktu keterlambatan transfusi terhadap status peningkatan Hb sesuai dengan rumus kebutuhan darah. Hal ini dapat terjadi karena TAT transfusi  $\leq 30$  menit dan  $>30$  menit sama-sama memberikan peningkatan terhadap kadar Hb. Namun, pemantauan dan perbaikan TAT transfusi darah tetap perlu diperhatikan sebagai poin penting layanan transfusi khususnya pada perawatan dan kepuasan pasien (Kaslam et al., 2023; Sarkar et al., 2023).

Hasil *crossmatch* tidak berhubungan signifikan secara statistik terhadap perubahan Hb maupun status pencapaian target kadar Hb. Penelitian menunjukkan tidak ada perbedaan antara pasien dengan hasil *crossmatch compatible* dengan hasil *crossmatch incompatible*. Tidak ada perbedaan yang signifikan antara hasil *crossmatch compatible* dan *incompatible* terhadap peningkatan kadar Hb post transfusi (Michael et al., 2023; Primadita et al., 2024). Penelitian sebelumnya menunjukkan terdapat pengaruh langsung dan signifikan antara permintaan jumlah tes *crossmatch* dengan kadar Hb sebelum

operasi (Farida & Untoro, 2016). Namun, penelitian tersebut tidak membahas lebih detail terkait hasil *crossmatch*. Penelitian lainnya menjelaskan peningkatan kadar Hb tetap dapat terjadi meskipun hasil *crossmatch* menunjukkan *incompatible* (Primadita et al., 2024). Hal ini dapat menjadi alasan mengapa hasil *crossmatch* tidak berhubungan signifikan secara statistik terhadap perubahan Hb maupun status pencapaian target kadar Hb.

Hasil analisis multivariat menunjukkan ketika volume darah dimasukkan ke dalam model multivariat, dampak *crossmatch* terhadap delta Hb menunjukkan signifikansi statistik. Hubungan tersebut dalam analisis bivariat tidak menunjukkan signifikansi statistik. Namun, setelah dilakukan analisis multivariat dengan mengontrol volume darah dan waktu keterlambatan transfusi, hasil *crossmatch* menunjukkan pengaruh terhadap perubahan kadar Hb. Hal ini mengindikasikan bahwa efek dari ketidakcocokan transfusi mungkin tersembunyi bila tidak dikontrol oleh variabel lain yang relevan. Namun, analisis multivariat tetap menunjukkan hasil *crossmatch compatible* justru memiliki delta Hb lebih rendah dibandingkan *incompatible* ( $p=0,034$ ), setelah dikontrol oleh volume darah. Hasil tersebut mengindikasikan kemungkinan adanya faktor klinis tersembunyi yang belum tercakup dalam studi ini, seperti tingkat keparahan penyakit, perdarahan aktif, atau respon fisiologis pasien yang berbeda. Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya bahwa faktor yang memengaruhi peningkatan Hb bisa karena kondisi individu donor, komponen yang ditransfusikan, dan karakteristik penerima donor (Roubinian et al., 2019). Oleh karena itu, hasil penelitian mengindikasikan hasil *crossmatch incompatible* belum tentu berujung pada *outcome* yang lebih buruk, terutama jika ditangani secara tepat dan dalam kondisi klinis yang stabil. Keterbatasan dalam penelitian ini adalah variabel atau faktor klinis lainnya yang tidak ditambahkan, seperti jenis transfusi yang dilakukan dan waktu pengambilan sampel untuk Hb pre dan post. Penelitian selanjutnya dapat meneliti dengan faktor klinis yang lain dengan memperhatikan waktu pengambilan sampel Hb pre dan post untuk memastikan evaluasi kenaikan Hb yang valid dan akurat.

## KESIMPULAN

Volume darah menjadi faktor utama yang terbukti berpengaruh signifikan secara statistik terhadap peningkatan Hb dan status pencapaian target kadar Hb berdasarkan rumus kebutuhan darah, sedangkan TAT transfusi darah dan hasil *crossmatch* tidak menunjukkan hubungan yang signifikan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agnihotri, N., & Agnihotri, A. (2018). Turnaround Time for Red Blood Cell Transfusion in the Hospitalized Patient: A Single-Center “Blood Ordering, Requisitioning, Blood Bank, Issue (of Blood), and Transfusion Delay” Study. *Indian Journal of Critical Care Medicine*, 22(12), 825–830. [https://doi.org/10.4103/ijccm.IJCCM\\_403\\_18](https://doi.org/10.4103/ijccm.IJCCM_403_18)
- Artha, D., & Dwipayana, I. K. A. (2020). Gambaran Hasil Peningkatan Kadar Hemoglobin pada Pasien Anemia yang ditransfusi dengan Packed Red Cell dan Whole Blood di RSUD Kabupaten Polewali Mandar. *Jurnal Media Laboran*, 10(2). <https://doi.org/10.53699/joimedlabs.v4i1.87>
- Farida, & Untoro, W. (2016). Kualifikasi Operator Operasi sebagai Pemoderasi Pengaruh Kadar Hemoglobin dan Jenis Operasi pada Jumlah Tes Cross-Match di Bank Darah. *Jurnal Bisnis & Manajemen*, 16, 83–96.
- Gnanaraj, J., Kulkarni, R., Sahoo, D., & Basavarajegowda, A. (2023). Improving Turnaround Time for the Issue of Blood Components in Case of Emergency. *Global Journal of Transfusion Medicine*, 8(2), 182–185. [https://doi.org/10.4103/gjtm.gjtm\\_17\\_23](https://doi.org/10.4103/gjtm.gjtm_17_23)
- Hanifah, A. Y. (2022). *Perbedaan Kadar Hemoglobin pada Komponen PRC Simpan dengan Interval Penyimpanan 7 Hari di Bank Darah RSUD Budhi Asih* [Undergraduate Thesis]. Universitas Binawan.

- Joon, V., Robins, R. D. L., Haran A, H., I, S. K., & James, S. (2024). Evaluating the Crossmatch-to-Transfusion Ratio as a Tool for Analyzing and Optimizing Blood Bank Resource Utilization: A Retrospective Observational Study. *Cureus*, *16*(9). <https://doi.org/10.7759/cureus.69862>
- Karafin, M. S., Bruhn, R., Roubinian, N. H., Chowdhury, D., Qu, L., Snyder, E. L., Murphy, E. L., Brambilla, D., Cable, R. G., Hilton, J. F., St. Lezin, E., Mast, A. E., Gottschall, J. L., Triulzi, D. J., Kiss, J. E., Murphy, E. L., St. Lezin, E. M., Cable, R. G., Sullivan, M. T., ... Malkin, K. B. (2019). The Impact of Recipient Factors on the Lower-than-Expected Hemoglobin Increment in Transfused Outpatients with Hematologic Diseases. *Transfusion*, *59*(8), 2544–2550. <https://doi.org/10.1111/trf.15439>
- Kaslam, S. B., Sukorini, U., & Triyono, T. (2023). Turnaround Time for the Provision of Packed Red Cells (PRC) and Factors Affecting their Achievements in the Blood Transfusion Unit of Dr. Sardjito General Hospital, Yogyakarta. *Journal of the Medical Sciences (Berkala Ilmu Kedokteran)*, *55*(3), 222–237. <https://doi.org/10.19106/jmedsci005503202304>
- Kristiani, L. (2021). *Perbandingan Kadar Hemoglobin Sebelum dan Sesudah Transfusi Darah pada Pasien Post Operasi Fraktur Femur Terbuka di Rumah Sakit Ortopedi Prof. Dr. R. Soeharso* [Undergraduate Thesis]. Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Nasional.
- Kusumawardani, L. A., Purwitasari, A. A., Amalia, Y., & Widuri, S. (2025). Perbedaan Kadar Hemoglobin pada Pasien Pasca Histerektomi Sebelum dan Sesudah Transfusi Darah PRC di Rumah Sakit Bunda Surabaya. *Jurnal Medicare*, *4*(2), 2025. <https://doi.org/10.62354/jurnalmedicare.v4i2.177>
- Linda, R., & Ninda, D. (2018). Differences in Changes of Hemoglobin Between 6-12 Hours and 12-14 Hours After Transfusion. *Indonesian Journal of Clinical Pathology and Medical Laboratory*, *24*(2), 108–111. <https://doi.org/10.24293/ijcpml.v24i2.1306>
- Lo, B. D., Cho, B. C., Hensley, N. B., Cruz, N. C., Gehrie, E. A., & Frank, S. M. (2021). Impact of Body Weight on Hemoglobin Increments in Adult Red Blood Cell Transfusion. *Transfusion*, *61*(5), 1412–1423. <https://doi.org/10.1111/trf.16338>
- Michael, H., Shaiji, P. S., Sreenath, S., & Mayadevi, S. (2023). Safety and Efficacy of Least Incompatible Red Cell Units in Autoimmune Hemolytic Anemia: A Prospective Analysis of Hemoglobin Increment and Hemolysis After Transfusion. *Asian Journal of Transfusion Science*. [https://doi.org/10.4103/ajts.ajts\\_157\\_22](https://doi.org/10.4103/ajts.ajts_157_22)
- Naomi, A., Hiratna, H., & Fairuz, F. (2021). Gambaran Besar Angka Cross-match to Transfusion Ratio (CTR) Terhadap Jenis Penyakit pada Pasien yang Menerima Transfusi Darah di RSUD KH. Daud Arif Kuala Tungkal, Kabupaten Tanjung Jabung Barat, Jambi. *Journal of Medical Studies (JOMS)*, *1*(1). <https://doi.org/10.22437/joms.v1i1.14531>
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 91 Tahun 2015*. (2015).
- Primadita, C., Julyani, S., & Muhiddin, R. A. (2024). *Correlation Crossmatching Test with Effectiveness of Transfusion in Hemolytic Anemia Patients Correlation Crossmatching Test-Primadita, et al.* *31*(1), 50–54. <https://doi.org/10.24293/ijcpml.v31i1.2237>
- Putri, W. R. (2022). Keamanan Produk Darah: “Deteksi IMLTD menggunakan Metode Chemiluminescence Assay (CLIA).” (*JMLS*) *Journal of Medical Laboratory and Science*, *2*(2), 25–35. <https://doi.org/10.36086/medlabscience.v2i2>
- Roubinian, N. H., Plimier, C., Woo, J. P., Lee, C., Bruhn, R., Liu, V. X., Escobar, G. J., Kleinman, S. H., Triulzi, D. J., Murphy, E. L., & Busch, M. P. (2019). Effect of Donor, Component, and Recipient Characteristics on Hemoglobin Increments Following Red Blood Cell Transfusion. *Blood*, *134*(13), 1003–1013. <https://doi.org/10.1182/blood.2019000773>

- Sarkar, S., Singh, I., & Dhote, S. W. (2023). Turnaround Time for the Issuing of Packed Red Cells: A Retrospective Study in a Tertiary Care Hospital. *MGM Journal of Medical Sciences*, *10*(1), 85–88. [https://doi.org/10.4103/mgmj.mgmj\\_196\\_22](https://doi.org/10.4103/mgmj.mgmj_196_22)
- Siska, S. P. (2019). *Gambaran Kadar Hemoglobin Sebelum dan Sesudah Transfusi Darah pada Pasien Anemia di RSUD Dr. M. Zein. Painan* [Doctoral Dissertation]. Stikes Perintis Padang.
- Yang, X., Chen, M., Weng, C., Zhuge, D., Jin, F., Xiao, Y., Tian, D., Yin, Q., Li, L., Zhang, X., Shi, G., Lu, X., Yan, L., Wang, L., Wen, B., Zhao, Y., Lin, J., Wang, F., Zhang, W., & Chen, Y. (2024). Red Blood Cell Membrane-Coated Nanoparticles Enable Incompatible Blood Transfusions. *Advanced Science*, *11*(29). <https://doi.org/10.1002/adv.202310230>