

Evaluasi hasil *quality control* (QC) kadar hemoglobin dan jumlah eritrosit berdasarkan *westgard rules*

Jeny Anggraeni Ina Ledi*, Tri Dyah Astuti

Prodi Teknologi Laboratorium Medis, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta

Prodi Teknologi Laboratorium Medis, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta

*Email: jenyanggraeny98@gmail.com

Abstrak

Pemeriksaan kadar hemoglobin dan jumlah eritrosit merupakan suatu pemeriksaan yang penting untuk penegakan diagnosa. Demi menjamin mutu suatu hasil pemeriksaan maka evaluasi *Westgard* pada penerapan *quality control* (QC) hemoglobin dan eritrosit perlu dilakukan. QC merupakan salah satu kegiatan Pemantapan Mutu Internal (PMI) yang berfungsi untuk mendeteksi kesalahan analitik serta memberi koreksi pada suatu pemeriksaan laboratorium. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keberterimaan data kontrol dengan melihat adanya kesalahan acak maupun kesalahan sistematis melalui akurasi, presisi, serta grafik *Levey-Jennings* hasil QC kadar hemoglobin dan jumlah eritrosit berdasarkan *Westgard rules*. Metode yang digunakan berupa metode kuantitatif dengan desain penelitian deskriptif analitik, menggunakan data sekunder QC harian pemeriksaan kadar hemoglobin dan jumlah eritrosit pada bulan Oktober-Desember 2022. Data sebanyak 92 data, dimana 31 data pada bulan Oktober sebagai uji pendahuluan dan 61 data pada bulan November-Desember sebagai periode kontrol. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai bias pada pemeriksaan kadar hemoglobin sebesar 0,03% dan CV sebesar 1,14%, sedangkan nilai bias pada pemeriksaan jumlah eritrosit sebesar 2,21% serta nilai CV sebesar 1,56%. Evaluasi grafik *Levey-Jennings* berdasarkan *Westgard rules* pada pemeriksaan ini menunjukkan bahwa terdapat data kontrol bulan Desember terkena aturan 1_{2s} yang mendeteksi adanya kesalahan acak maupun kesalahan sistematis dan digunakan sebagai aturan peringatan. Simpulan pada pemeriksaan kadar hemoglobin dan jumlah eritrosit didapatkan hasil yang akurat dan presisi, sedangkan evaluasi grafik *Levey-Jennings* menunjukkan kontrol hemoglobin dan eritrosit diterima sesuai dengan *Westgard rules*.

Kata kunci: eritrosit; hemoglobin; *westgard rules*

1. Pendahuluan

Pemeriksaan laboratorium merupakan pemeriksaan yang penting untuk dilakukan terutama untuk kepentingan klinis diantaranya adalah pemeriksaan hematologi. Pemeriksaan hematologi merupakan pemeriksaan yang dilakukan dengan tujuan mengetahui keadaan darah beserta komponen-komponennya (Bararah, dkk., 2017). Dalam pemeriksaan hematologi terdapat beberapa parameter pemeriksaan seperti hemoglobin dan eritrosit. Pemeriksaan kadar hemoglobin dalam darah dan jumlah eritrosit dapat dilakukan dengan metode otomatis menggunakan *hematology analyzer* (HA), namun dalam melakukan pemeriksaan terdapat beberapa faktor kesalahan yang dapat mengganggu mutu hasil pemeriksaan. Kesalahan-kesalahan yang sering terjadi yaitu pada tahap pra analitik, analitik, maupun pasca analitik (Syauqiah, 2018). Tahap pra-analitik meliputi persiapan pasien, kesalahan pemakaian antikoagulan, kesalahan pemberian label, hemolisis, maupun kerusakan spesimen akibat transportasi atau penyimpanan. Pada tahap analitik meliputi pemeliharaan alat atau kalibrasi alat, pengawasan ketelitian dan ketepatan serta pelaksanaan pemeriksaan, sedangkan pada tahap pasca analitik meliputi pencatatan hasil pemeriksaan serta pelaporan hasil pemeriksaan (Konoralma, dkk., 2017). Faktor-faktor kesalahan inilah yang mendukung perlu dilakukannya *quality control* (QC).

Quality control merupakan salah satu kegiatan Pemantapan Mutu Internal (PMI). Upaya meningkatkan mutu pelayanan di laboratorium Rumah Sakit oleh Departemen Kesehatan dalam Permenkes Nomor 43 Tahun 2019 pasal 1 ayat 2 tentang cara penyelenggaraan laboratorium yang lebih baik adalah kegiatan untuk meningkatkan dan memantapkan mutu hasil pemeriksaan laboratorium (Permenkes, 2013). Program pengendalian mutu internal yang dapat diterapkan di laboratorium adalah dengan menguji akurasi dan presisi, kemudian hasilnya dianalisis menggunakan grafik *Levey-Jennings* dan *Westgard rules*.

Evaluasi *Westgard* pada penerapan *quality control* hemoglobin dan eritrosit juga perlu dilakukan. Hal ini karena parameter tersebut sangat penting untuk penegakan diagnosa anemia. Kondisi ini merupakan kondisi dimana tubuh mengalami kekurangan hemoglobin dan eritrosit dalam sirkulasi darah yang mengakibatkan terganggunya distribusi oksigen oleh darah ke seluruh tubuh. Menurut

Dinas Kesehatan Kota Yogyakarta (2022), Prevalensi anemia di Indonesia masih tinggi terutama pada ibu hamil yaitu 48,9%. Kasus anemia di Kota Yogyakarta juga kembali meningkat yaitu 25,56%, setelah mengalami penurunan pada tahun sebelumnya dengan prevalensi 23,31%.

Pada umumnya QC pemeriksaan hemoglobin dan eritrosit sudah banyak dilakukan, namun evaluasi hanya untuk melihat masuk atau tidaknya hasil dalam rentang keberterimaan dengan menggunakan grafik *Levey Jennings*. Evaluasi QC dengan menggunakan *Westgard rules* belum dilakukan. Hal ini karena masa kedaluwarsa bahan kontrol yang pendek sehingga sulit membuat uji pendahuluan dengan nomer lot yang sama. Kondisi ini juga terjadi di RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta, dimana pemeriksaan QC hemoglobin dan eritrosit telah dilakukan namun belum dilakukan analisis menggunakan *Westgard rules* karena banyaknya permintaan pemeriksaan laboratorium yang harus dikerjakan dan tidak adanya uji pendahuluan yang dilakukan sehingga peneliti tertarik untuk melakukan penelitian terkait QC kadar hemoglobin dan jumlah eritrosit berdasarkan *Westgard rules* dengan melihat akurasi, presisi, uji pendahuluan serta pembuatan grafik *Levey-Jennings*.

2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini berupa metode kuantitatif dengan desain penelitian deskriptif analitik menggunakan pendekatan *cross sectional*. Pendekatan *cross sectional* merupakan pendekatan yang sifatnya sesaat atau pengukuran data dalam satu kali pada satu waktu yang sama. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Hematologi RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta pada bulan Maret-April 2023. Populasi dari penelitian ini berupa data hasil pemeriksaan QC kadar hemoglobin dan jumlah eritrosit di RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta pada bulan Oktober-Desember 2022. Sampel dalam penelitian ini berupa seluruh jumlah populasi. Teknik sampling yang digunakan berupa total sampling dengan pengumpulan data sekunder. Adapun variabel pada penelitian ini adalah kadar hemoglobin dan jumlah eritrosit sebagai variabel bebas dan *Westgard rules* sebagai variabel terikat.

Data hasil pemeriksaan QC yang telah diperoleh kemudian dianalisis secara deskriptif dengan menghitung nilai *mean*, akurasi, SD, CV, dan membuat grafik *Levey-Jennings* berdasarkan *Westgard rules*. Hasil analisis akan digunakan sebagai referensi untuk mengetahui adanya penyimpangan dalam pemeriksaan baik dari kesalahan acak maupun kesalahan sistematis. Penelitian ini telah menerima sertifikat etik dari komite etika RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Uji Pendahuluan Hasil Quality Control Kadar Hemoglobin dan Jumlah Eritrosit

Penelitian ini menganalisis terkait akurasi dan presisi yang diperoleh dari hasil perhitungan uji pendahuluan berupa nilai rata-rata (*mean*), standar deviasi (SD), akurasi (bias%), serta presisi (CV%). Perhitungan uji pendahuluan dilakukan dengan menggunakan data kontrol harian Cell Dyn 26 Plus N2248 pemeriksaan kadar hemoglobin dan jumlah eritrosit bulan Oktober yang berjumlah 31 data. Nilai aktual (NA) yang diketahui pada pemeriksaan kadar hemoglobin dan jumlah eritrosit adalah sebesar 11,7 g/dL dan $4,21 \times 10^6/\mu\text{L}$. Hasil perhitungan uji pendahuluan disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Nilai Uji Pendahuluan Pemeriksaan Bahan Kontrol Kadar Hemoglobin dan Jumlah Eritrosit

Pemeriksaan	Rata-Rata (<i>mean</i>)	Standar Deviasi (SD)	Bias (d%)	Presisi (CV%)
Hemoglobin (g/dL)	11,70	0,13	0,03	1,14
Eritrosit ($10^6/\mu\text{L}$)	4,30	0,07	2,21	1,56

Berdasarkan hasil perhitungan uji pendahuluan pada tabel 1, nilai *mean* pada pemeriksaan kadar hemoglobin sebesar 11,70 g/dL, sedangkan pada pemeriksaan jumlah eritrosit sebesar $4,30 \times 10^6/\mu\text{L}$. Nilai SD yang diperoleh pada pemeriksaan kadar hemoglobin adalah sebesar 0,13%, sedangkan pada pemeriksaan jumlah eritrosit sebesar 0,07%. Sementara, Nilai bias (d%) yang diperoleh pada pemeriksaan hemoglobin sebesar 0,03%, sedangkan pada pemeriksaan jumlah eritrosit diperoleh nilai bias (d%) sebesar 2,21%. Nilai CV yang diperoleh pada pemeriksaan hemoglobin sebesar 1,14,

sedangkan pada pemeriksaan jumlah eritrosit diperoleh hasil perhitungan nilai CV eritrosit sebesar 1,56%.

Hasil yang telah diperoleh dalam penelitian ini berupa bias (%) dan CV (%) pada uji pendahuluan. Akurasi merupakan suatu nilai yang menunjukkan kedekatan hasil terhadap nilai sebenarnya yang sudah ditentukan oleh metode standar. Akurasi secara kuantitatif dapat dinyatakan dalam inakurasi yang ditentukan dari pemeriksaan bahan kontrol yang telah diketahui kadarnya. Perbedaan antara hasil pengukuran dengan hasil yang sebenarnya merupakan indikator inakurasi pemeriksaan atau bias (d%) (Kusmiati, dkk., 2022).

Pada penelitian ini, nilai bias ditentukan dari perhitungan uji pendahuluan bulan Oktober 2022 berdasarkan perolehan nilai *mean* dan nilai aktual dari bahan kontrol. Nilai aktual kadar hemoglobin dari bahan kontrol komersial pada bulan Oktober-Desember tahun 2022 sebesar 11,7 g/dL dan jumlah eritrosit sebesar $4,21 \times 10^6/\mu\text{L}$. Nilai bias yang diperoleh pada pemeriksaan kadar hemoglobin sebesar 0,03% dan pemeriksaan jumlah eritrosit sebesar 2,21%. Berdasarkan hasil ini, nilai bias dari QC kadar hemoglobin dan jumlah eritrosit bulan Oktober 2022 dinyatakan berada dalam nilai rentang (Lihat tabel 1), yang menunjukkan bahwa pemeriksaan tersebut akurat. Menurut (Putra, 2017), hasil pemeriksaan dapat dikatakan akurat apabila nilai bias yang diperoleh tidak keluar dari rentang yaitu $\pm 10\%$. Apabila pada suatu pemeriksaan diperoleh nilai bias yang melebihi batas maksimum, artinya pemeriksaan tersebut tidak akurat (inakurasi).

Syarat mutu suatu laboratorium yang harus dipenuhi tidak cukup dengan melakukan penilaian terhadap akurasi saja sehingga perlu dilakukannya penilaian presisi. Presisi merupakan nilai untuk menunjukkan tingkat kesesuaian suatu hasil apabila dilakukan berulang dengan sampel yang sama. Pada penelitian ini, presisi ditentukan melalui nilai CV yang diperoleh dari perhitungan nilai *mean* dan nilai SD pada uji pendahuluan pemeriksaan kadar hemoglobin dan jumlah eritrosit bulan Oktober 2022. Nilai CV yang diperoleh pada pemeriksaan kadar hemoglobin sebesar 1,14%, sedangkan pada pemeriksaan jumlah eritrosit sebesar 1,56%. Berdasarkan hasil ini, nilai CV dari QC kadar hemoglobin dan jumlah eritrosit bulan Oktober 2022 dinyatakan berada dalam nilai rentang, yang menunjukkan bahwa pemeriksaan tersebut presisi. Hasil pemeriksaan presisi apabila nilai yang diperoleh tidak melebihi batas maksimum yang telah ditetapkan oleh Menteri Kesehatan Nomor 1792/MENKES/XII/2010 yaitu 8% (Depkes RI, 2010). Semakin kecil nilai CV, maka semakin teliti sistem atau metode tersebut, begitu juga sebaliknya (Siregar, dkk., 2018). Apabila pada suatu pemeriksaan diperoleh nilai CV yang melebihi batas maksimum yang ditetapkan, maka pemeriksaan tersebut dinyatakan sebagai impresisi.

3.2. Analisis Hasil Grafik Levey-Jennings Pemeriksaan Kadar Hemoglobin dan Jumlah Eritrosit Berdasarkan Westgard Rules

Selain menganalisis terkait akurasi dan presisi, penelitian ini juga menganalisis terkait hasil grafik *Levey-Jennings* pemeriksaan kadar hemoglobin dan jumlah eritrosit yang menggunakan alat *hematology analyzer* Cell Dyn Rubby metode optikal dengan bahan kontrol komersial Cell Dyn 26 Plus N2248, di laboratorium RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta. Data yang digunakan untuk analisis ini merupakan data kontrol harian dari 01 November hingga 31 Desember 2022, berjumlah 61 data yang digunakan sebagai periode kontrol.

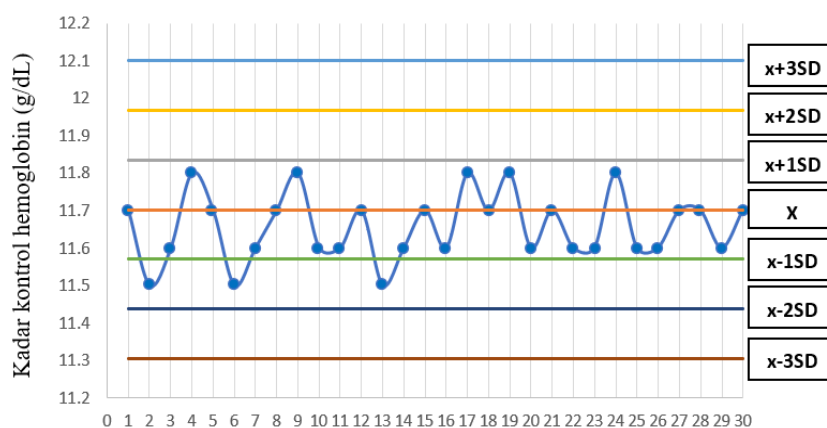
3.2.1. Kadar Hemoglobin

Periode kontrol pemeriksaan kadar hemoglobin menggunakan nilai *mean* dan nilai SD yang telah diperoleh pada uji pendahuluan dan dibuat dalam bentuk grafik kontrol *Levey-Jennings* kemudian dianalisis berdasarkan *Westgard Rules*. Analisis hasil tersebut disajikan dalam tabel 2.

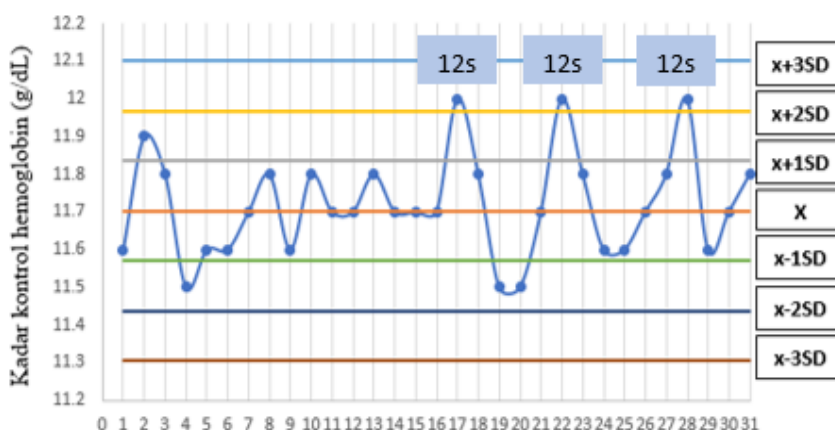
Tabel 2. Analisis Hasil Grafik Levey-Jennings Pemeriksaan Kadar Hemoglobin Berdasarkan Westgard

Bulan	Westgard Rules					
	1 _{2s}	1 _{3s}	2 _{2s}	4 _{1s}	R _{4s}	10 _x
November	-	-	-	-	-	-
Desember	Hari ke-17, ke-22, ke- 28	-	-	-	-	-

Hasil analisis grafik *Levey-Jennings* berdasarkan *Westgard rules* yang disajikan dalam tabel 2 menunjukkan bahwa pada bulan November tidak terdapat kesalahan acak maupun kesalahan sistematis pada data kontrol sehingga dapat dinyatakan bahwa kontrol hematologi diterima sesuai dengan *Westgard rules*, sedangkan pada bulan Desember terdapat kesalahan acak. Grafik kontrol *Levey-Jennings* pemeriksaan kadar hemoglobin bulan November dan Desember 2022 dapat dilihat pada gambar 1 dan gambar 2.



Gambar 1. Grafik Levey-Jennings Pemeriksaan Kadar Hemoglobin Bulan November 2022



Gambar 2. Grafik Levey-Jennings Pemeriksaan Kadar Hemoglobin Bulan Desember 2022

Hasil analisis grafik *Levey-Jennings* berdasarkan *Westgard rules* pada bulan November menunjukkan bahwa tidak terdapat data kontrol yang keluar dari batas pada $\pm 2SD$ sehingga tidak terkena aturan pelanggaran, sedangkan pada bulan Desember terdapat 3 data kontrol keluar dari batas $\pm 2SD$, yaitu pada hari ke-17, hari ke-22, dan hari ke-28. Data kontrol tersebut mendapat aturan $12s$ yang mendeteksi adanya kesalahan acak dan digunakan sebagai aturan peringatan.

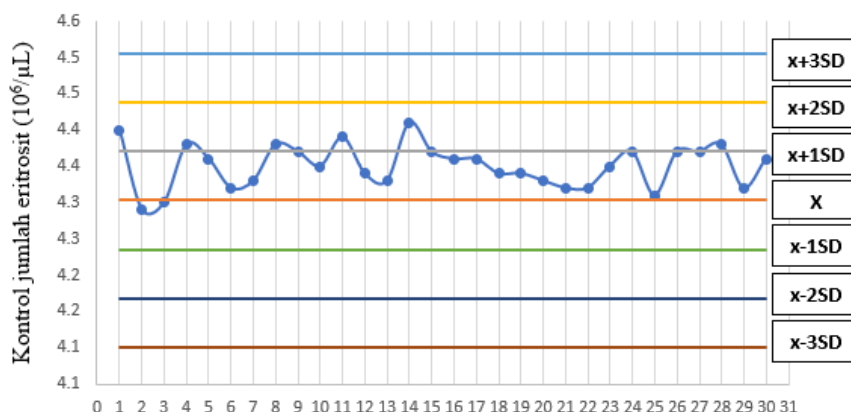
3.2.2. Jumlah Eritrosit

Tabel 3. Analisis Hasil Grafik Levey-Jennings Pemeriksaan Jumlah Eritrosit Berdasarkan Westgard Rules

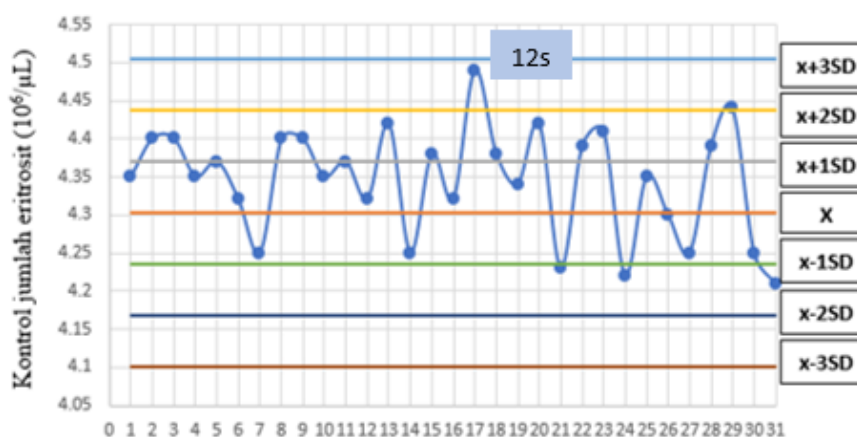
Bulan	Westgard Rules					
	1 _{2s}	1 _{3s}	2 _{2s}	4 _{1s}	R _{4s}	10 _x
November	-	-	-	-	-	-
Desember	Hari ke-17,	-	-	-	-	-

Hasil analisis grafik *Levey-Jennings* berdasarkan *Westgard rules* yang disajikan dalam tabel 3 menunjukkan bahwa pada bulan November tidak terdapat kesalahan acak maupun kesalahan sistematis pada data kontrol sehingga dapat dinyatakan bahwa kontrol hematologi diterima sesuai dengan *Westgard rules*, sedangkan pada bulan Desember terdapat kesalahan acak. Grafik kontrol

Levey-Jennings pemeriksaan jumlah eritrosit bulan November dan Desember 2022 dapat dilihat pada gambar 3 dan gambar 4.



Gambar 3. Grafik Levey-Jennings Pemeriksaan Jumlah Eritrosit Bulan November 2022



Gambar 4. Grafik Levey-Jennings Pemeriksaan Jumlah Eritrosit Bulan Desember 2022

Hasil analisis grafik *Levey-Jennings* berdasarkan *Westgard rules* November menunjukkan bahwa tidak terdapat data kontrol yang keluar dari batas pada $\pm 2SD$ sehingga tidak terkena aturan pelanggaran, sedangkan pada bulan Desember terdapat 1 data kontrol keluar dari batas $\pm 2SD$, yaitu pada hari ke-17. Data kontrol tersebut mendapat aturan 1_{2s} yang mendeteksi adanya kesalahan acak dan digunakan sebagai aturan peringatan.

Setelah menganalisis akurasi dan presisi, maka data QC pemeriksaan kadar hemoglobin dan jumlah eritrosit pada bulan Oktober-Desember 2022 diplotkan ke dalam grafik *Levey-Jennings* kemudian dianalisis berdasarkan *Westgard rules*, dimana data QC bulan Oktober merupakan uji pendahuluan dan bulan November-Desember merupakan periode kontrol.

Berdasarkan analisis pemeriksaan kadar hemoglobin dan jumlah eritrosit pada bulan November 2022, tidak terdapat kesalahan acak maupun kesalahan sistematis pada data QC sehingga pemeriksaan bahan kontrol dapat dinyatakan terkontrol dengan baik (Lihat tabel 2 dan tabel 3). Data QC dapat diterima apabila hasil pemeriksaan berada dalam batas peringatan $\pm 2SD$ atau tidak keluar dari rentang $mean \pm 2SD$. Kontrol pada hari tersebut diterima dan pemeriksaan spesimen dapat dilakukan. Apabila data QC keluar dari batas peringatan $\pm 2SD$, maka kontrol pada hari tersebut ditolak. Artinya bahwa pemeriksaan spesimen tidak dapat dilakukan pada hari tersebut dan perlu melakukan pemeriksaan ulang terhadap bahan kontrolnya (Westgard, 2016). Data kontrol pemeriksaan kadar hemoglobin dan jumlah eritrosit pada bulan Desember 2022 keluar dari batas rentang $\pm 2SD$ dan dinyatakan terkena aturan peringatan 1_{2s} sehingga harus diketahui sumber kesalahannya. Untuk mengetahui sumber kesalahannya, dapat melakukan pemeriksaan berulang terhadap data kontrol. Apabila tidak ditemukan data kontrol yang keluar setelah pemeriksaan berulang, maka sumber kesalahan tersebut adalah kesalahan acak. Kesalahan acak merupakan suatu kesalahan dengan pola yang tidak tetap, dapat

disebabkan oleh beberapa hal seperti tingkat kepekaan suhu yang kurang baik, arus/tegangan listrik, penanganan serum kontrol, reagen, dan standar yang tidak konsisten, variasi waktu inkubasi, variasi cara pipetasi dan homogenisasi (Anami, 2019). Faktor-faktor kesalahan ini tidak dapat dihindari namun dapat diminimalisir dengan melakukan hal-hal berikut:

1. Melakukan banyak pengukuran secara berulang
2. Menggunakan reagen dengan lot yang sama dan kalibrasi alat
3. Menjaga kestabilan instrumen yang digunakan
4. Melakukan teknik pipetasi, homogenisasi, dan waktu inkubasi yang sesuai dengan prosedur
5. Memperhatikan tingkat kepekaan suhu agar tetap konstan
6. Ahli Teknologi Laboratorium Medis (ATLM) harus kompeten

Setelah data kontrol tersebut dilakukan pemeriksaan berulang, apabila terdapat data kontrol yang keluar setelahnya maka dapat dinyatakan bahwa sumber kesalahan tersebut merupakan kesalahan sistematis. Kesalahan sistematis merupakan kesalahan yang terjadi terus-menerus dengan pola yang sama. Kesalahan ini dapat disebabkan oleh metode pemeriksaan yang digunakan kurang tepat, mutu reagen kalibrasi yang rendah, standar kalibrasi atau instrumen yang kurang baik, dan cara pipetasi yang tidak tepat (Konoralma, dkk., 2017). Dalam meminimalisir terjadinya kesalahan sistematis, dapat melakukan beberapa hal berikut, diantaranya:

1. Menjaga mutu reagen kalibrasi
2. Memeriksa sistem kontrol kualitas dengan memastikan bahan kontrol tidak terkontaminasi atau pun kedaluwarsa
3. Memeriksa instrumen dan kelayakan reagen yang akan digunakan
4. Melakukan kalibrasi alat secara berkala

Pada penelitian ini, setelah dilakukan pemeriksaan berulang pada data kontrol, tidak terdapat data kontrol yang keluar sehingga sumber kesalahan dari data kontrol yang terkena aturan peringatan 1_{2s} merupakan kesalahan acak. Kontrol hematologi pemeriksaan kadar hemoglobin dan jumlah eritrosit dapat diterima sesuai dengan *Westgard rules*

4. Kesimpulan

Pemeriksaan kadar hemoglobin dan jumlah eritrosit berdasarkan *Westgard rules* di laboratorium RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta adalah akurat dan presisi, sedangkan evaluasi grafik *Levey-Jennings* menunjukkan kontrol hemoglobin dan eritrosit diterima sesuai dengan *Westgard rules*.

5. Ucapan terimakasih

Dalam melakukan penelitian ini, peneliti banyak diberikan bantuan oleh berbagai pihak. Sehubungan dengan hal ini, peneliti mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing prodi D4 Teknologi Laboratorium Medis Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta, RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta, serta keluarga yang memberikan dana penelitian.

Daftar Pustaka

- Bararah A. S, Ernawati, Desi A. Implementasi *Case Based Reasoning* untuk Diagnosa Penyakit Berdasarkan Gejala Klinis dan Hasil Pemeriksaan Hematologi dengan Probabilitas Bayes (Studi Kasus: RSUD Rejang Lebong). *Jurnal Rekursif*. 2017; 5(1):43-46.
- Konoralma K, Michael V. L. Tumbol, Niluh P. S. Gambaran Pemantapan Mutu Internal Pemeriksaan Glukosa Darah di Laboratorium RSUD GMIM Pancaran Kasih Manado. *Prosiding Seminar Nasional*. 2017; 1(2):80-85.
- Permenkes, RI. 2013. *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.43 Tahun 2019 Tentang Cara Penyelenggaraan Laboratorium Klinik*. Jakarta: Kemenkes RI.
- Putra M. D. K, Umar J, Hayar B, Utomo A, P. 2017 Pengaruh Ukuran Sampel dan *Intraclass Correlation Coefficients* (ICC) Terhadap Bias Estimasi Parameter Multilevel Latent Variable Modeling: Studi Dengan Simulasi Monte Carlo. *Jurnal Penelitian dan Evaluasi Pendidikan*. 2017; 21(1):34-50.
- Siregar MT, Wieke SW, Doni S, Anik N. *Bahan Ajar Teknologi Laboratorium Medik (TLM): Kendali Mutu*. Jakarta; Kementerian Kesehatan Republik Indonesia; 2018.

Syauqiah NR. Studi Kualitas Pemantapan Mutu Internal Pra Analitik Pemeriksaan Hematologi pada Laboratorium Rumah Sakit Roemani Muhammadiyah Semarang. *Skripsi*. Program Studi DIV Analis Kesehatan Universitas Muhammadiyah Semarang; 2018

Westgard JO. 2016 *Basic QC Practices*. Westgard Qc, Inc, S.N; 2016. 15-45.