

Rancang Bangun Alat Pengisian Volumetrik Otomatis Sebagai Upaya Penjaminan Mutu Hasil Pemeriksaan Laboratorium Klinik

Mohamad Syafaat, Wulan Fitriani Safari^{*)}

Prodi Teknologi Laboratorium Medis, Fakultas Ilmu Kesehatan dan Teknologi, Universitas Binawan, Indonesia

^{*)} Corresponding author: wulan.fitriani@binawan.ac.id

(Received: 27 April 2024 • Revised: 26 May 2024 • Accepted: 29 May 2024)

Abstract

Quality clinical laboratory examination results are very important because these results are used to establish a patient's diagnosis. Therefore, examination activities in the clinical laboratory must pay attention to technical aspects such as high accuracy and precision. One potential analysis error that can affect the quality of the examination results obtained is volumetric measurement including volume sample measurement and reagent volume measurement. The purpose of this study was to design and realization an automatic volumetric filling device for routine clinical laboratory activities as an effort to guarantee the quality of examination results. Realization the design begins with making block diagrams followed by device design and device testing. An automatic volumetric filling device has been successfully designed. Device testing shows good reading results.

Abstrak

Hasil pemeriksaan laboratorium klinik yang bermutu sangat penting karena hasil ini digunakan untuk menegakkan diagnosa seorang pasien. Oleh karena itu, kegiatan pemeriksaan di laboratorium klinik harus memperhatikan aspek-aspek teknis seperti ketepatan (*accuracy*) dan ketelitian (*precision*) yang tinggi. Salah satu potensi kesalahan analisis yang dapat mempengaruhi mutu hasil pemeriksaan yang diperoleh yaitu pengukuran volumetrik meliputi pengukuran volume sampel dan pengukuran volume reagen. Tujuan penelitian ini adalah untuk membuat rancang bangun alat pengisian volumetrik otomatis untuk kegiatan rutin laboratorium klinik sebagai upaya penjaminan mutu hasil pemeriksaan. Pembuatan rancangan bangun dimulai dengan pembuatan blok diagram dilanjutkan dengan perancangan peralatan dan pengujian peralatan. Alat pengisi volumetrik otomatis telah berhasil dirancang. Pengujian alat menunjukkan hasil pembacaan yang baik.

Keywords : *Automatic Volumetric Filler, Clinical Laboratory, Design.*

PENDAHULUAN

Laboratorium Klinik adalah laboratorium kesehatan yang melaksanakan pelayanan pemeriksaan spesimen klinik untuk mendapatkan informasi tentang kesehatan perorangan terutama untuk menunjang upaya diagnosis penyakit, penyembuhan penyakit, dan pemulihan kesehatan [1]. Mutu hasil pemeriksaan laboratorium klinik yang valid sangat penting karena hasil ini digunakan untuk menegakkan diagnosa seorang pasien. Dampak analisis laboratorium dalam perawatan pasien diketahui berkontribusi pada lebih dari 70% keputusan medis [2]. Oleh karena itu, kegiatan pemeriksaan di laboratorium klinik harus memperhatikan aspek-aspek teknis seperti ketepatan (*accuracy*) dan ketelitian (*precision*) yang tinggi, serta didokumentasikan dengan baik sehingga dapat dipertahankan secara ilmiah [3].

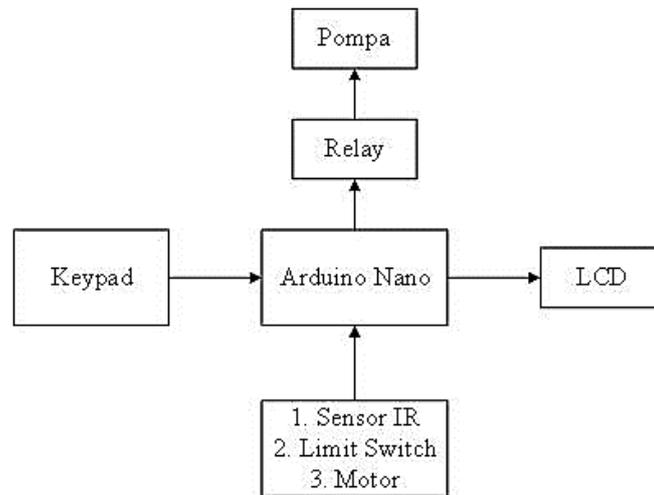
Pemeriksaan di laboratorium klinik terdiri dari beberapa tahap yaitu tahap pra analitik, analitik dan pasca analitik [4]. Tahap pra analitik meliputi pengisian formulir permintaan laboratorium, pengambilan sampel, identifikasi spesimen, penanganan sampel dan transportasi ke laboratorium, tahap analitik meliputi penyiapan dan pengujian sampel sedangkan tahap pasca analitik meliputi interpretasi dan pelaporan hasil yang diperoleh [5,6]. Pada setiap tahap selalu ada peluang untuk terjadinya kesalahan, baik kesalahan yang tidak dapat dihindari maupun kesalahan yang sulit untuk diatasi. Kesalahan yang terjadi pada tahap pra analitik adalah yang terbesar, yaitu dapat mencapai 68%, sedangkan kesalahan pada tahap analitik sekitar 13%, dan pada tahap pasca analitik kesalahannya sekitar 19% [7]. Kesalahan ini akan mengarah pada hasil pemeriksaan yang akurat yang mengakibatkan kegagalan dalam pemberian pengobatan yang tepat, komplikasi pengobatan dan lain-lain.

Salah satu potensi kesalahan analisis yang dapat mempengaruhi mutu hasil pemeriksaan yang diperoleh yaitu pengukuran volumetrik meliputi pengukuran volume sampel dan pengukuran volume reagen. Kesalahan ini mungkin timbul sehubungan dengan penggunaan tambahan peralatan analitis seperti barang pecah belah, pipet, dan lain-lain [8]. Untuk mengatasi permasalahan tersebut dibutuhkan suatu sistem otomatisasi pengukuran volumetrik di laboratorium klinik. Beberapa penelitian tentang perancangan alat pengisian volumetrik otomatis sudah pernah dilakukan, seperti rancang bangun pengisian air berbasis ultrasonik [9], rancang bangun sistem kontrol pengisian air minum dalam kemasan menggunakan Arduino [10], rancang bangun sistem pengukuran volume air otomatis dalam gelas menggunakan konveyor [11] dan rancang bangun mesin pengisi botol otomatis berbasis Arduino [12]. Namun, sejauh ini belum pernah dibuat alat pengisian volumetrik yang dikhususkan untuk kebutuhan laboratorium klinik. Oleh karena itu, peneliti tertarik untuk membuat alat pengisian volumetrik otomatis untuk kegiatan rutin laboratorium klinik sebagai upaya penjaminan mutu hasil pemeriksaan. Alat yang akan dibuat diharapkan dapat mengurangi kesalahan dalam pemeriksaan tetapi juga membuat kegiatan pemeriksaan menjadi lebih efisien.

METODE PENELITIAN

Blok Diagram Sistem

Pembuatan rancang bangun alat dimulai dengan pembuatan blok diagram sistem untuk memudahkan memahami kerja alat dan juga memudahkan dalam pembuatan dan perbaikan alat. Blok diagram peralatan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Blok Diagram Sistem

Rancang bangun alat yang dibuat memakai sensor Infrared (IR), Limit switch dan Motor DC. Sensor IR adalah perangkat elektronik yang memancarkan untuk merasakan beberapa aspek lingkungan. Sensor IR dapat mengukur panas suatu objek serta mendeteksi gerakan [13]. Limit Switch untuk mendeteksi posisi yang tepat dari suatu bagian dalam perangkat workholding sehingga siklus pemrosesan dapat dimulai [14]. Motor DC atau sering disebut motor arus searah lebih sering digunakan untuk keperluan yang membutuhkan pengaturan kecepatan dibandingkan dengan motor AC. Bentuk motor paling sederhana memiliki kumparan satu lilitan yang bisa berputar bebas di antara kutub-kutub magnet permanen. Motor DC merupakan jenis motor yang menggunakan tegangan searah sebagai sumber tenaganya [15]. Dalam rancangan ini, Sensor IR digunakan untuk menghitung jumlah tabung yang sudah terisi. Limit switch digunakan untuk memberhentikan tabung pada posisi siap diisi. Motor DC digunakan sebagai aktuator, yaitu digunakan untuk memutar tempat tabung 360 derajat.

Flowchart Sistem

Flowchart sistem rancang bangun alat pengisi volumetrik otomatis seperti tersaji pada Gambar 2 di bawah ini.

Pengujian Peralatan

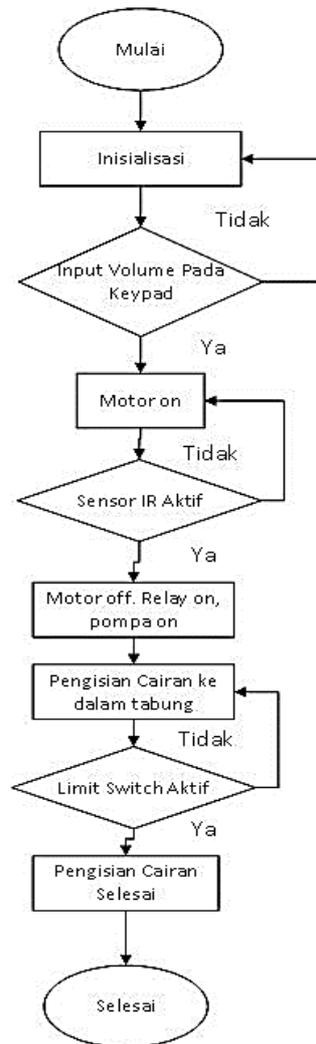
Pengujian peralatan yang dilakukan adalah pengujian pengisian botol otomatis dengan menggunakan cairan yaitu NaCl fisiologis,. pengujian volume cairan yang diisi, pegujian pompa dan pengujian motor.

HASIL DAN PEMBAHASAN

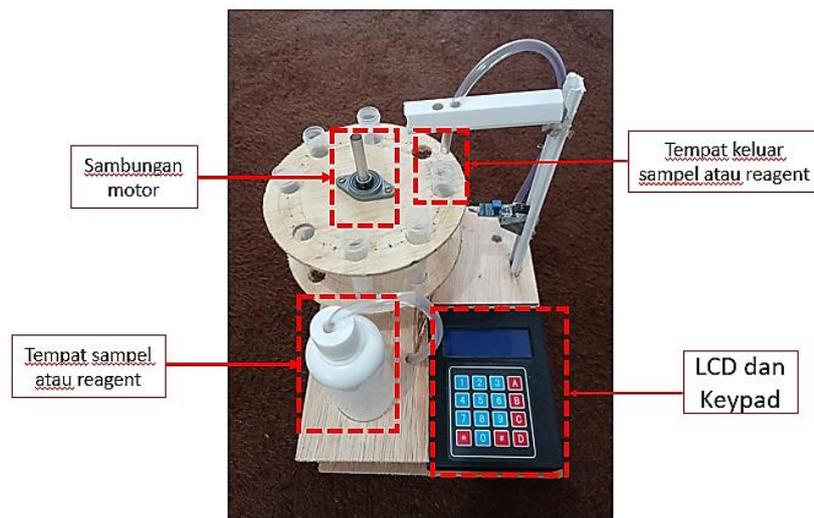
Desain Peralatan

Rancang bangun alat pengisi volumetrik otomatis yang dibuat seperti terlihat pada Gambar 3. Peralatan yang dibuat menggunakan beberapa komponen yaitu motor DC, *Liquid Crystal Display* (LCD) dan keypad botton 4 x 4. Komponen output seperti motor DC berfungsi untuk menggerakkan konveyor dan magazine yang berfungsi untuk memindahkan cairan dari dalam tangki ke dalam botol [16]. Motor DC memerlukan suplai tegangan yang searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi mekanik [17]. LCD merupakan salah satu display elektronika yang umum digunakan yang berfungsi untuk menampilkan angka, huruf atau simbol-simbol lainnya [18]. LCD berfungsi sebagai media tampilan hasil pengisian cairan otomatis. Keypad 4×4 merupakan sebuah komponen berisi tombol-tombol dan disusun secara

matrix yang berfungsi sebagai inputan kedalam suatu sistem tertentu [19]. Keypad botton pada peralatan ini berfungsi untuk penginputan data berapa sampel atau *reagent* yang akan diisi.



Gambar 2. Flowchart Sistem



Gambar 3. Desain Peralatan

Pengujian Peralatan

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja dari alat yang dirancang, apakah sesuai dengan yang diperintahkan atau sebaliknya. Pengujian dilakukan dengan cara mengukur langsung jumlah volume NaCl fisiologi yang dikeluarkan pompa air ke botol. Pengujian pengisian volume dilakukan dalam jumlah yang kecil untuk menyesuaikan dengan kebutuhan di laboratorium klinik. Pengujian pengisian botol otomatis berfungsi untuk mengetahui berapa banyak volume larutan yang terisi (dalam satuan mililiter) per satuan waktu (dalam satuan second) dan hasilnya dibandingkan dengan pengisian NaCl fisiologi menggunakan mikropipet dengan *blue tip* 1 ml. Hasil pengujian pengisian botol otomatis terlihat pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Hasil Pengujian Pengisian Botol Otomatis

No	Volume (ml)	Waktu pengisian dengan alat yang dirancang (s)	Waktu pengisian dengan mikropipet (s)	Tegangan pompa (v)
1	3	0,15	0,14	5
2	5	0,24	0,24	5
3	6	0,30	0,28	5
4	8	0,4	0,30	5
5	10	0,48	0,38	5

Data pada Tabel 1 menunjukkan bahwa pengisian NaCl fisiologis yang dilakukan oleh alat tersebut berlangsung secara baik dan menunjukkan bahwa semakin lama waktu semakin banyak volume NaCl fisiologis yang terisi. Hasil perbandingan pengisian NaCl fisiologi dengan alat yang dirancang dan dengan menggunakan mikropipet memperlihatkan hasil yang sedikit berbeda, waktu pengisian dengan mikropipet sedikit lebih cepat, namun jika melakukan pengisian dalam kuantitas yang banyak, penggunaan alat akan lebih efisien.

Pengujian selanjutnya yang dilakukan yaitu pengujian untuk melihat apakah output cairan (NaCl fisiologi) yang terisi sesuai dengan input pada keypad. Volume NaCl diukur dengan melihat skala yang ada pada botol pengisian. Hasil pengujian terlihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Hasil Pengujian Pengisian Volume

No	Input Keypad (ml)	Volume cairan yang keluar (ml)
1	3	3
2	5	5
3	6	6
4	8	8
5	10	10

Data pada Tabel 2 menunjukkan bahwa hasil input dan output sesuai. Jika pada keypad diinput 3 ml maka volume cairan yang keluar juga 3 ml, begitu juga dengan hasil yang lainnya. Perhitungan volume untuk selanjutnya disarankan menggunakan pengukuran dengan alat yang memiliki skala yang lebih kecil untuk melihat seberapa besar *error* yang ada.

Pengujian lain yang dilakukan yaitu pengujian pompa. Hasil pengujian pompa terlihat pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Hasil Pengujian Pompa

No	Sensor IR	Limit Switch	Pompa	Aksi
1	Aktif	Tidak Aktif	Aktif	Mengisi
2	Tidak Aktif	Aktif	Tidak Aktif	Tidak Mengisi

Data pada Tabel 3 memperlihatkan bahwa sensor bekerja dengan baik. Saat melakukan pengisian cairan, sensor IR aktif dan limit switch tidak aktif dan sebaliknya, ketika tidak melakukan pengisian sensor IR tidak aktif dan limit switch aktif. Data di Tabel 4 memperlihatkan hal yang sama dengan Tabel 4 bahwa sensor bekerja dengan baik. Saat motor tidak aktif, sensor IR aktif dan limit switch tidak aktif dan sebaliknya, ketika motor aktif sensor IR tidak aktif dan limit switch aktif.

Tabel 4. Hasil Pengujian Motor

No	Sensor IR	Limit Switch	Motor
1	Aktif	Tidak Aktif	Tidak Aktif
2	Tidak Aktif	Aktif	Tidak Aktif
3	Tidak Aktif	Tidak Aktif	Aktif

KESIMPULAN

Alat pengisian volumetrik otomatis telah berhasil dirancang. Pengujian alat menunjukkan hasil pembacaan yang baik. Waktu pengisian menunjukkan hasil yang sedikit berbeda antara alat yang dirancang dengan pembanding dan input pengisian pada keypad dengan output yang dikeluarkan menunjukkan hasil yang sama.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kemendikbudristek DIKTI yang telah mendanai penelitian ini melalui hibah “Penelitian Dosen Pemula” dengan SPK : 125/SPK/D4/PPK.01.APTV/VI/2022: 688/LL3/AK.04/2022, 018/LT/UBN.LPPM/2022.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Permenkes RI No. 43/Menkes/Per/III/2013
- [2] O. Y. Younis, A.G. Tamomh, M.A. Sulaiman and A. A. Talha, “ Assessment of applying internal quality control and it is effect on accuracy of blood glucose measurement in some medical Laboratory in Kosti City, White Nile State, Sudan,“ *MOJ Public Health*, vol. 8, no. 3, pp. 98-106, 2019.

- [3] M.T. Siregar, W. S. Wulan, D. Setiawan and A. Nuryati.,Kendali Mutu : Bahan Ajar untuk Teknologi Laboratorium Medik, PPSDMK Kemenkes, Jakarta, 2018.
- [4] M. A. Yaqin and D. Arista, “ Analisis Tahap Pemeriksaan Pra Analitik Sebagai Upaya Peningkatan Mutu Hasil Laboratorium Di Rs. Muji Rahayu Surabaya,“ *J. Sains*, vol. 5, no. 10, 2015.
- [5] P. Bhatia, K. Bhatia and M. P. Kumar, “ Analysis of Samples: Important Aspect of Pre-analytical Phase,“ *Int J of Cont Med Res*, vol. 4, no. 1, pp. 68-70, 2017.
- [6] B. D. la Salle, “Pre- and postanalytical errors in haematology,“ *Int J Lab Hematol*, vol. 41, pp 170-176, 2019. DOI: 10.1111/ijlh.13007
- [7] U. Usman, J. A. Siddiqui and J. Lodhi, “Evaluation & Control of Pre Analytical Errors in Required Quality Variables of Clinical Lab Services,“ *IOSR-JNHS*, vol. 4, no. 3, pp. 54-71, 2015. DOI: 10.9790/1959-04355471
- [8] V. Kaur, P. K. And H. Madaan, “Advances in Biochemistry & Applications in Medicine : Chapter 1 Quality Control in a Clinical Laboratory,“ 2020.
- [9] A. Permana, D. Triyanto, T. Rismawan, “Rancang Bangun Sistem Monitoring Volume Dan Pengisian Air Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Mikrokontroler Avr Atmega8,“ *Jur Cod, Siskom*, vol.3, no. 2. Pp. 76-87, 2015.
- [10] H. A. Setiawan, T. Rijanto, “Rancang Bangun Sistem Kontrol Pengisian Air Minum Dalam Kemasan Menggunakan Arduino Uno Dengan Sensor Load Cell,“ *JTE*, vol. 8, no. 3, pp. 579-585, 2019.
- [11] K. Suhada, Yudiana, D. Alfa, “Rancang Bangun Sistem Pengukuran Volume Air Otomatis dalam Gelas menggunakan Konveyor Berbasis Mikrokontroler Atmega 2560,“ *J Interkom*, vol. 16, no. 2, pp. 79-83, 2021. DOI : <https://doi.org/10.35969/interkom.v16i2>
- [12] R. Listiana, Yurika, F. M. Rossi, “Rancang Bangun Mesin Pengisi Botol Otomatis Berbasis Arduino Mega 2560 Dengan Interface Nextion Hmi,“ *TEDC*, vol. 18, no. 1, pp. 9-16, 2024.
- [13] A. Triphati, S. A. Ali and S. S. Laga, “ Study the Characteristics of Infrared Based Proximity Sensor Using FM Transmitter,“ *IJSER*, vol. 8, no. 3, pp. 80-85, 2017.
- [14] M. P. Groover, “ Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing,“Pearson, Boston, 2019.
- [15] A. Khumaedi, N. Soedjarwanto and A. Trisanto, “ Otomatisasi Pengereman Motor DC Secara Elektris Sebagai Referensi Sistem Keamanan Mobil Listrik,“ *Electrician*, vol. 8, no. 1, pp. 20-30, 2014.
- [16] O. Febriyanti, U. Latifa, R. Hidayat, “Perancangan Sistem Instrumentasi Pada Mesin Pengisi Botol Minuman Berbasis Outseal PLC,“ *TELKA*, vol. 7, no. 1, pp. 29-42, 2021.
- [17] R. Ardianto, B. Arifin, E. N. Budisusila, “Rancang Bangun Sistem Pengisian dan Penutup Botol Otomatis Berdasarkan Tinggi Botol Berbasis Programmable Logic Controller,“ *JTEV*, vol. 7, no. 1, pp. 114-127, 2021.
- [18] L. A. Subagyo, B. Suprianto, “Sistem Monitoring Arus Tidak Seimbang 3 Fasa Berbasis Arduino UNO,“ *JTE*, vol. 6, no. 3, pp. 213-221, 2017.
- [19] S. Mindasari, M. As’ad, D. Meilantika, “Sistem Keamanan Kotak Amal di Musala Sabilul Khasanah Berbasis Arduino UNO,“ *JTIM*, vol. 5, no. 2, pp. 7-13, 2022.