

MONITOR sisa CAIRAN INFUS INTRAVENA DENGAN PENIMBANGAN BERAT

by Lanny Agustine

FILE	17P-MONITOR_SISA_CAIRAN_INFUS.PDF (897.27K)		
TIME SUBMITTED	21-AUG-2019 04:48PM (UTC+0700)	WORD COUNT	3508
SUBMISSION ID	1161980460	CHARACTER COUNT	20024

MONITOR sisa CAIRAN INFUS INTRAVENA DENGAN PENIMBANGAN BERAT

Hartono Pranjoto¹, Lanny Agustine², Yesiana D. W. Werdani³, Diana Lestariningsih⁴, B. Brian Teja Pahar⁵^{1,2,4,5} Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya
Jalan Kalijudan 37, Surabaya 60114¹¹ Telp. (031) 389-1264³Fakultas Keperawatan, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya
Jl. Kalisari Selatan 1, Pakuwon City, Surabaya
E-mail: pranjoto@ukwms.ac.id

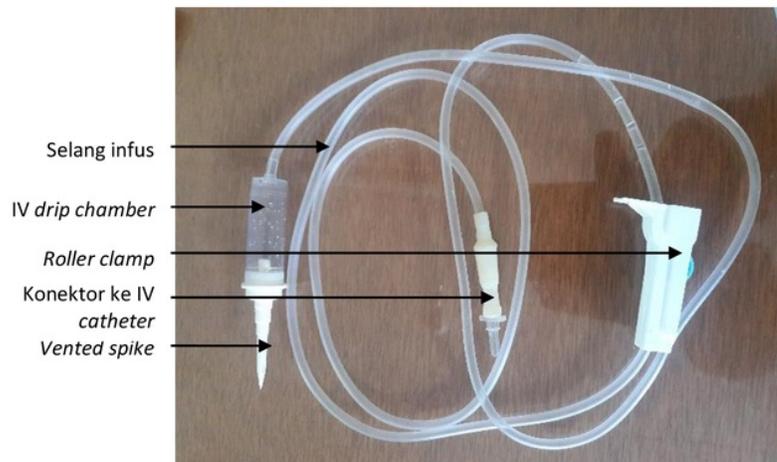
ABSTRAK

Volume cairan infus selalu tertera pada label kemasannya, dan memonitor jumlah cairan infus tersisa akan memberikan data jumlah cairan infus yang telah masuk ke dalam tubuh pasien. Seorang perawat yang menangani pasien membutuhkan informasi ini untuk laporan jumlah cairan yang telah masuk kedalam tubuh pasien secara akurat. Makalah ini menjelaskan suatu inovasi untuk memonitor jumlah cairan yang telah masuk dengan monitor berat cairan yang tersisa, karena jumlah cairan yang masuk berbanding lurus dengan berat yang telah masuk, dan ini adalah selisih dari jumlah total cairan dengan cairan yang masih tersisa. Alat ini akan menimbang kemasan cairan infus beserta isinya secara terus-menerus selama proses terapi intravena dengan menggunakan loadcell, analog-to-digital converter HX711, mikrokontroler berbasis Arduino, dan tayangan akhir lewat LCD (liquid crystal display).

Kata Kunci: ARDUINO, HX711, load cell, monitor, cairan infus, intravena

1. PENDAHULUAN

Seorang pasien yang sedang dalam proses penyembuhan, sering membutuhkan perawatan medikasi intravena. Pilihan medikasi intravena adalah dengan menggunakan pompa infus (*Infusion pump*) atau dengan menggunakan *gravity drip IV delivery*. Cara kedua ini sudah digunakan sejak tahun 1944 dan masih digunakan sampai saat ini. Cara medikasi intravena dengan *gravity drip IV delivery* adalah dengan perangkat *infusion set* seperti yang terlihat pada Gambar 1. Pada perangkat ini terdapat empat komponen penting yaitu *vented spike* dengan *IV drip chamber* dimana jumlah tetesan cairan infus dapat dimonitor secara visual, konektor untuk dihubungkan ke *IV catheter*, *roller clamp* untuk mengatur laju cairan infus dan selang infus sepanjang 150cm.



Gambar 1. Gravity drip infusion set yang terdiri dari (dari ffkiri ke kanan) vented spike dengan IV drip chamber, konektor, roller clamp dan selang infus sepanjang 150 cm

Pada sistem drip/ tetes ini, cairan infus akan menetes dari keluaran *vented spike* pada *IV drip chamber* secara perlahan-lahan, tergantung pengaturan posisi *roller clamp*. Volume tetesan cairan berdasarkan spesifikasi yang tertera pada kemasaset infus adalah 20 tetes/ ml sehingga penghitungan jumlah tetesan dapat digunakan untuk memantau volume cairan yang telah masuk kedalam tubuh pasien. Monitor jumlah cairan yang masuk juga

dilakukan secara visual dengan memantau volume yang masih tersisa pada tabung cairan infus XXX secara visual. Selain cara visual, beberapa peneliti juga melakukannya dengan menggunakan berbagai metode lain seperti memanfaatkan gelombang elektromagnetik atau gelombang radio.

Pada penelitian ini dilakukan pemantauan jumlah cairan yang sudah keluar dari tabung infus dengan caramenimbang berat cairan yang masih belum masuk kedalam tubuh pasien beserta dengan berat botol/ tabung infus. Berat botol/ tabung infus tidak mungkin berkurang, maka pengurangan berat yang terukur hanya disebabkan oleh berkurangnya cairan infus. Percobaan yang dilakukan untuk pengujian alat menggunakan simulasi, maka jumlah cairan yang keluar dari set infus diukur dengan menggunakan gelas ukur (*graduated cylinder*).

2. PEMBAHASAN

Pada penelitian awal dilakukan beberapa eksperimen untuk memantau jumlah cairan yang seharusnya masuk kedalam tubuh pasien. Penelitian ini menggunakan botol dan cairan infus sebenarnya dan belum digunakan. Percobaan ini bertujuan untuk menguji kelayakan apparatus. Dan sampai saat ini percobaan tidak menggunakan pasien ataupun binatang, sehingga tidak membutuhkan '*ethical clearance*'.

Komponen utama/ mayoritas dari cairan infus adalah air dengan jumlah volume yang berbeda, biasanya adalah 100 ml sampai dengan 500 ml dengan tambahan komponen kimia lain dengan jumlah berat bervariasi dari 2 gram hingga 50 gram untuk tabung infus 500ml. Dengan volume cairan 500 ml dan dengan berat jenis 0.9970480 gram/ml pada suhu 25°C, maka total berat cairan infus dapat dihitung dengan menggunakan rumus fisika. Volume cairan yang tersisa dapat dihitung dengan menggunakan rumus yang sama.

Berat tabung infus – berapapun beratnya – tidak akan berpengaruh pada penghitungan volume infus yang berkurang ataupun pengukuran berat cairan infus yang berkurang. Hal ini terjadi karena berat tabung infus dan set infus selalu konstan, dan dalam penghitungan selisih berat maka akan saling meniadakan. Tahap awal penggunaan alat sebelum cairan infus dialirkan, berat total semua komponen infus (tabung infus, cairan infus dan *infusion set*) ditimbang dengan alat yang dibuat, dan nilai terukur akan digunakan sebagai pengurang dalam perhitungan berat terukur. Sehingga akan tampil berat 0 gram saat cairan infus belum dialirkan. Dengan berjalannya waktu, maka cairan infus akan berkurang, dan dengan sendirinya berat total semua komponen infus juga akan berkurang. Dengan metode pengurangan berat ini, maka alat dapat menampilkan berat karena jumlah cairan infus yang berkurang. Dari hasil pengurangan berat ini dan dengan adanya data tentang berat jenis cairan, maka volume cairan dapat dihitung secara matematis.

2.1 Sensor Pengukur Berat

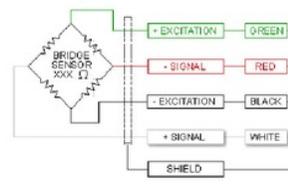
Pengukuran berat cairan infus menggunakan seperangkat *strain gauge* yang ditempelkan pada sebuah *loadcell*. Pada dasarnya *loadcell* terdiri dari *strain gauge* yang dihubungkan dengan konfigurasi jembatan Wheatstone (*Wheatstone Bridge*) dan dapat difungsikan untuk mengukur berat. Sebuah *strain gauge* adalah *stress/ regangan* pada suatu obyek dengan adanya perubahan tahanan pada satu arah seperti yang terlihat pada Gambar 2. *Strain gauge* dipasang pada sebuah obyek dengan menggunakan perekat, sehingga saat obyek tersebut mengalami perubahan panjang, maka tahanan *strain gauge* akan ikut berubah. Bentuk obyek dimana *strain gauge* tersebut tertempel dapat berupa sebuah *loadcell* seperti terlihat pada Gambar 2b. Dengan adanya pemanjangan atau pemendekkan pada sumbu horisontal pada *loadcell*, maka tahanan listrik *strain gauge* juga akan berubah. Deformasi panjang *Loadcell* pada Gambar 2b dapat menghasilkan perubahan tahanan *strain gauge* jika diberi beban dengan berat maksimum 1kg. Pada gambar tersebut, *strain gauge* sudah terbungkus oleh perekat yang menempel pada *loadcell* dengan empat buah kabel berbeda warna. Warna ke-empat kabel tersebut dan hubungannya dengan jembatan Wheatstone dapat dilihat pada Gambar 2c.



Gambar 2a. Foto sebuah *strain gauge*



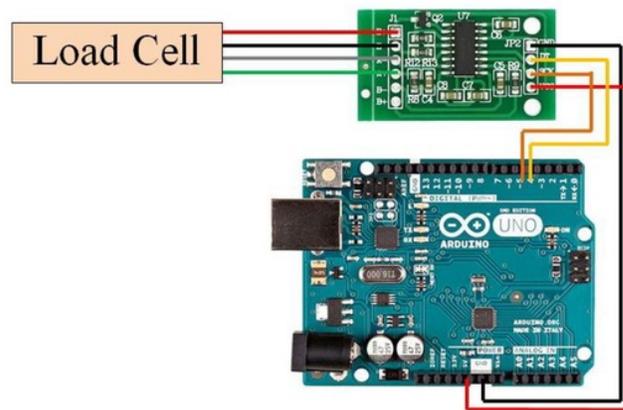
Gambar 2b. Bentuk objek dimana *strain gauge* ditempelkan



Gambar 2c. Konvensi warna kabel dan sinyal pada *loadcell*

Pengukuran beda tahanan sebuah *loadcell* sangat menantang karena perbedaan tahanan sebesar 2Ω (*full scale*) dengan total tahanan sebesar 860Ω berarti perbedaan tidak lebih dari 0,23% dari skala penuh (1 kg pada kasus Gambar 2b). Perbedaan berat sebesar 1 gram akan menghasilkan perbandingan perubahan yang sangat kecil dari skala penuh, dan ini menyulitkan pengukuran berat lewat perubahan tahanan. Untuk pengukuran tahanan dengan

presisi, *loadcell* biasanya dihubungkan dengan modul HX711 yaitu modul yang presisi untuk mengukur berat pada timbangan elektronik dengan konfigurasi jembatan Wheatstone secara digital. HX711 menggunakan *analog-to-digital converter* 24-bit dengan kepresisian yang tinggi (*high precision A/D*) dengan output serial. Output serial dari HX711 dihubungkan dengan sebuah sistem mikrokontroler Arduino, sehingga hasil dari data analog berat terukur diubah menjadi data digital oleh modul HX711 dan diproses lebih lanjut oleh sistem Arduino untuk tampilan data dan kontrol. Koneksi *Excitation+* dan *Excitation-* pada *loadcell* adalah untuk hubungan ke sumber daya. Sedangkan koneksi *Signal+* dan *Signal-* adalah hasil output analog pengukuran berat dari *loadcell*, yang menjadi sinyal input analog bagi modul HX711. Output digital dari modul HX711 dikomunikasikan secara serial dengan input digital sistem Arduino. Koneksi keseluruhan sistem untuk membaca nilai berat dari seluruh sistem infus dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Sistem pengambilan data berat dengan menggunakan modul HX711 dan sistem Arduino

Pada sistem yang digunakan, data serial dari modul HX711 dihubungkan pada I/O digital di port 4 dan 5. Program untuk melakukan inialisasi dan untuk pengambilan data berat dapat dilihat pada Gambar 4.

```

15 void setup()
    {
        pinMode (A, INPUT);
        pinMode (B, INPUT);
        pinMode (C, INPUT);
        2 scale.set_scale();
        scale.tare(); //Reset the scale to 0

        long zero_factor = scale.read_average(); //Get a baseline reading
        Serial.print("Zero factor: "); //This can be used to remove the need to
        //tare the scale. Useful in permanent
        //scale projects.
        Serial.println(zero_factor);
    }

```

Gambar 4. Snippet program untuk melakukan inialisasi modul HX711 dan pengambilan data

Hasil penimbangan dengan program yang ada pada Gambar 4 ditampilkan pada layar monitor komputer setiap 10 detik dengan pengambilandata setiap detik. Beban yang digunakan pada saat pengujian program adalah beban yang ada dan bukanlah beban yang sudah dikalibrasi/ ditera dengan menggunakan timbangan yang telah ditera.

Sebelum pengambilan data berat, perangkat tersebut (mulai dari *loadcell*, modul HX711 dan sistem Arduino) telah dikalibrasi dengan beban yang sudah ada dan berat yang terukur pada sistem telah sesuai dengan hasil terukur pada timbangan yang telah ditera. Proses kalibrasi dilakukan dengan menggunakan neraca timbal yang sudah ditimbang menggunakan timbangan yang telah ditera [TIMBANGAN dari TEKNIK KIMIA, tipe dan nama sertifikat tera]. Tabel 1 adalah hasil observasi antara neraca timbal, neraca yang telah dikalibrasi dan hasil

dari sistem yang sedang dibuat. Kolom berat neraca menunjukkan beban timbal yang dipergunakan berdasarkan label pada beban tersebut, dan data pada kolom hasil timbang berat adalah hasil dari penimbangan dengan menggunakan neraca digital [TEKNIK KIMIA DENGAN SERTIFIKAT KALIBRASI] yang berarti bahwa itu adalah berat timbal sebenarnya. Hasil penimbangan dengan menggunakan *loadcell*, HX711 dan Arduino terlihat pada kolom 3. Error yang didapat adalah selisih berat dari hasil neraca digital dan hasil output HX711, baik dalam satuan gram maupun dalam bentuk persentase. Hasil observasi dengan menggunakan kalibrasi didapatkan hasil beda berat terukur kurang dari 1,5 gram, atau kurang dari 1% dari berat sesungguhnya. Pengaturan ini yang digunakan dalam penimbangan dengan sistem yang dirancang ini.

Tabel 1. Hasil observasi berat dengan referensi timbangan yang telah dikalibrasi

Berat neraca (gram)	Hasil [TEKNIK KIMIA]	Hasil sistem dengan HX711	Error (gram)	Error
				(persen)
50	50.7	50.15	-0.5	-0.99
100	99.9	100.8	0.9	0.9
50 + 100	150.6	150.2	-0.4	-0.27
200	197.7	198.4	0.7	0.35
50 + 200	248.4	247.2	-1.2	-0.48
100 + 200	297.6	298.6	1	0.34
50+100+200	348.3	348.1	-0.2	-0.06
50+50+100+200	399.1	398.3	-0.8	-0.2
50+200+200	448.2	447.9	-0.3	-0.07
500	499	500.3	1.3	0.26

Jumlah cairan yang telah keluar dari tabung infus dimonitor dengan pengambilan data dilakukan secara terus-menerus dengan pembaruan (*update*) data dilakukan setiap detik dan pada saat yang sama harus mengubah data dari berat menjadi volume dengan konversi berat jenis. Gambar 5 adalah modifikasi program untuk melakukan pemantauan data secara terus-menerus dan menampilkannya di LCD2x16 karakter.

```

if(A1==HIGH || B1==HIGH || C1==HIGH)
2
  scale.set_scale(calibration_factor); //Adjust to this calibration factor
  Serial.println("Reading: ");
  units = scale.get_units(), 1;
  Serial.print("total=");
  Serial.println(units);

  ounces = units * 0.035274;
  hasil = total * 0.997; //0.997 adalah massa jenis air pada suhu 25 derajat celcius
  if (hasil>nilaiawal && x<=14)
  {
    selisih = hasil - nilaiawal;
    x++;
    Serial.print("hasil= ");
    Serial.println(hasil);
    Serial.print("selisih= ");
    Serial.println(selisih);
  }

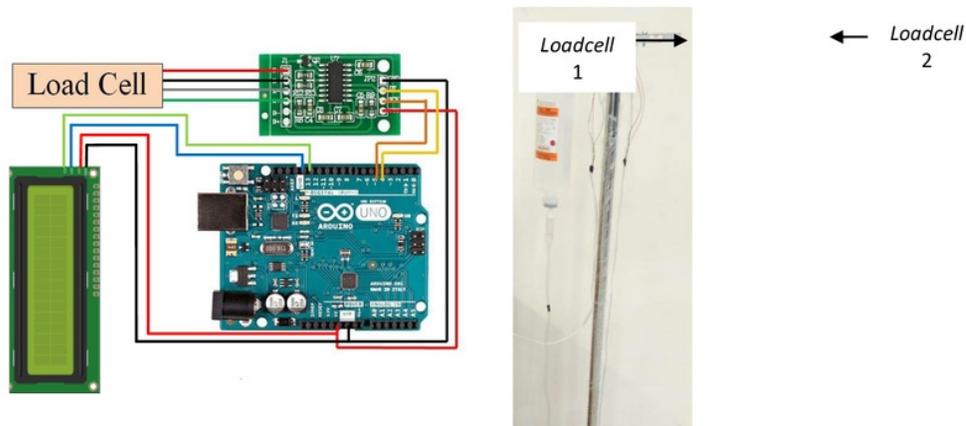
  hasil = hasil-selisih;
  sisa = hasil-nilaiawal; //volume yang sudah keluar
  Serial.print( sisa);
  Serial.print(" ml");
  Serial.println();
}

```

Gambar 5. Snippet program untuk melakukan inisialisasi modul HX711 dan pengambilan data

Tampilan LCD dibutuhkan pada saat alat ini diaplikasikan untuk memonitor jumlah cairan infus yang telah masuk ke tubuh pasien, karena alat ini harus independen dan tidak terkoneksi dengan komputer. Tampilan LCD yang dipergunakan sudah dilengkapi dengan modul I2C untuk mengurangi jumlah pin yang digunakan pada sistem Arduino. Dengan penggunaan I2C protokol, maka jumlah pin yang dibutuhkan berkurang dari 7 I/O menjadi 2 I/O. Sisa dari I/O ini akan digunakan untuk kebutuhan lain seperti alarm dan tombol untuk entri data. Gambar 6 adalah interkoneksi yang digunakan untuk melakukan pemantauan cairan infus secara terus-menerus dengan tampilan LCD 2x16 karakter.

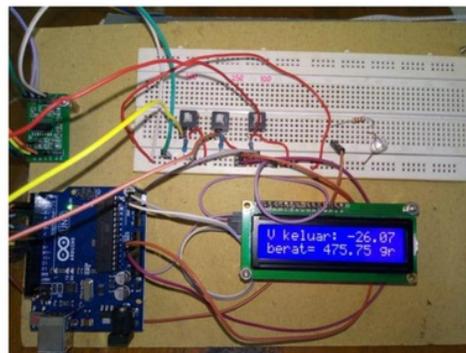
Perangkat untuk melakukan percobaan ini dapat dilihat pada Gambar 6. Pada sistem ini terdapat *loadcell* seperti yang telah didiskusikan sebelumnya. *Loadcell* dihubungkan ke modul HX711 untuk mengkonversi data analog perubahan tahanan yang berbanding lurus dengan berat menjadi sinyal digital, dan ditransmisikan ke Arduino secara serial. Hasil pemrosesan data dari Arduino selanjutnya ditampilkan pada LCD 2x16 karakter dengan menggunakan protokol I2C. Pada Gambar 6 terlihat koneksi Arduino dengan modul HX711 dan dengan LCD 2x16 karakter.



Gambar 6a. Sistem untuk monitor cairan infus dengan Arduino, modul HX11 dan tampilan LCD 2x16 karakter

Gambar 6b. Tiang infus yang telah dimodifikasi dengan gantungan dua buah *loadcell*

Struktur gantungan untuk botol infus beserta dengan *loadcell* dapat dilihat pada Gambar 6b. Pada Gambar 6b terlihat di bagian atas terdapat dua buah *loadcell* yang nantinya akan digunakan untuk melakukan monitor untuk dua buah cairan infus secara bersamaan. Untuk percobaan ini *loadcell* yang digunakan adalah *loadcell* kiri dengan beban sebuah botol infus. Terlihat pada Gambar 6b, kabel yang digunakan untuk menghubungkan *loadcell* tersebut dengan modul HX711 (tidak tampak).



Gambar 7. Interkoneksi lengkap pada perangkat Arduino untuk memonitor cairan infus yang keluar dari tabung infus

Gambar 7 adalah interkoneksi lengkap yang merupakan implementasi dari Gambar 6a. Pada gambar tersebut modul Arduino terletak pada bagian kiri bawah, modul HX711 terletak disebelah kiri bagian atas modul Arduino dan pada bagian kanan terdapat tampilan LCD yang disebutkan diatas. Pada perangkat ini terlihat bahwa Arduino sedang melakukan monitor cairan yang keluar dan pada saat itu terlihat di tampilan bahwa cairan yang telah keluar adalah 26.07 ml. Pada sistem ini jumlah cairan yang keluar dimonitor secara terus-menerus dan tampilan selalu diperbarui (*update*) setiap 5 detik. Pada saat cairan sisa 20 mL (mili liter) maka proses infus selesai, karena pada praktiknya perawat sering menghentikan proses infus intravena setelah cairan infus sisa 20 mL atau kurang untuk menghindari habisnya cairan diluar pantauan.

Diagram alir (*flow chart*) pada Gambar 8 adalah prosedur yang dilakukan untuk memonitor jumlah cairan yang keluar dari tabung infus. Pada saat perangkat dinyalakan, maka program akan mulai bekerja untuk melakukan inialisasi sistem yang ada pada Arduino (*timer* dan port serial) dan perangkat lain yang terhubung pada sistem Arduino tersebut (HX711 dan LCD lewat interkoneksi I2C). Langkah selanjutnya adalah kalibrasi *loadcell* untuk mendapatkan nilai beban 0 gram pada awal dan sebelum tabung cairan infus digantungkan pada *loadcell*. Pada saat loop untuk pengambilan data maka timer akan dimulai dengan reset waktu $t = 0$, dan mulai penghitungan waktu. Pada saat ini perangkat akan mulai mengambil data berat, menghitung volume sisa dan kemudian menghitung volume yang telah keluar. Setelah semua proses selesai, waktu penghitungan tetap berjalan sampai waktu 5 detik berakhir dan proses dimulai lagi dengan reset waktu. Setelah sisa cairan infus kurang dari 20 mL, maka semua proses ini selesai.



Gambar 8. Prosedur yang dilakukan untuk memonitor jumlah cairan yang keluar dari tabung infus

Gambar 9 adalah foto dari perangkat secara keseluruhan dengan tabung infus pada *loadcell* bagian kiri. Terlihat pada gambar ini, semua koneksi sudah terhubung dan infus set sudah tergantung untuk mengalirkan cairan infus keluar dari tabung infus. Perangkat yang ada pada Gambar 7 terlihat pada bagian kiri di Gambar 9.

Hasil monitor pada perangkat ini terlihat pada plot Gambar 10. Pada gambar ini terlihat bahwa jumlah cairan termonitor keluar oleh sistem ini setiap kurang lebih 20 mL dihentikan dan jumlah cairan yang sudah keluar diukur dengan menggunakan gelas ukur volume. Hasil monitor dari perangkat ini dipetakan pada sumbu horisontal, sedangkan sumbu vertikal untuk jumlah cairan yang benar-benar keluar dari sistem infus dengan melakukan pengukuran volume lewat gelas ukur. Dari plot tersebut terlihat bahwa data cairan yang dilaporkan keluar oleh sistem dan volume cairan yang keluar diukur oleh gelas ukur mendekati sama dengan beda volume kurang dari 3 mL. Hal ini dapat dilihat dari relasi nilai oleh sistem dan nilai dari pengukuran berada pada garis linier tersebut. Hasil observasi secara numerik untuk mendapatkan data yang lebih terperinci dapat dilihat pada Tabel 2.



Gambar 9. Sistem penimbangan cairan infus dengan menggunakan modul HX711 dan sistem Arduino dan tampilan LCD



Gambar 10. Hasil observasi nilai cairan sisa lewat monitor sistem Arduino dan dengan melakukan pengukuran volume lewat gelas ukur

Tabel 2. Hasil perbandingan volume pengukuran lewat berat dan volume

gelas ukur	tampilan LCD	gelas ukur	tampilan LCD
10	14.4	220	222.6
20	24.4	240	242
30	33.5	260	260.4
40	40.56	280	279.4
50	51.27	300	301.9

60	63.18	320	320.3
70	72.73	340	343.3
80	81.92	360	361.8
90	91.54	380	379.9
100	101.1	400	393.4
120	122.9	420	412.8
140	143	440	438.6
160	159.4	460	457.8
180	179.8	480	472.6
200	200.9	500	483.8

Tabel 2 mengilustrasikan data perbandingan antara pengukuran dengan menggunakan gelas ukur volume dan volume yang diukur lewat pengukuran berat jenis cairan. Pada pengukuran ini terdapat perbedaan nilai yang telah digambarkan lewat grafik pada Gambar 10 dan numerik lewat tabel 2.

3. KESIMPULAN

Dari hasil perangkat yang dibuat ini, terlihat bahwa dengan melakukan observasi pengukuran berat cairan, dan dengan melakukan konversi dari berat menjadi volume, lalu melakukan konversi untuk menghitung sisa cairan, maka jumlah cairan yang masuk ke pasien dengan mengukur jumlah cairan yang keluar dari tabung infus dapat dimonitor dengan baik. Jadi perangkat telah mampu melakukan monitor cairan infus yang masuk ke pasien dengan memonitor berat cairan infus, dan perangkat bisa berhenti bekerja setelah cairan infus tersisa kurang dari 20 mL, sehingga metodenya dapat digunakan untuk proses lebih lanjut.

4. UCAPAN TERIMA KASIH

Riset dan pengembangan sistem infus ini dibiayai oleh:
Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan
Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi
Sesuai dengan Kontrak Penelitian Nomor: 115U/WM01.5/N/2018

9. USTAKA

- H. Amano, H. Ogawa, H. Maki, S. Tsukamoto, Y. Yonezawa, and W. M. Caldwell, "A remote drip infusion monitoring system employing Bluetooth," in *Proceedings of the Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, EMBS*, 2012.
- E. Barros and M. V. D. dos Santos, "A SAFE, ACCURATE INTRAVENOUS INFUSION CONTROL SYSTEM," *IEEE Micro*, pp. 12–21, 1998.
- A. Cataldo, G. Cannazza, N. Giaquinto, A. Trotta, and G. Andria, "Microwave TDR for real-time control of intravenous drip infusions," *IEEE Trans. Instrum. Meas.*, vol. 61, no. 7, pp. 1866–1873, 2012.
- R. Gil, A. Jr, J. N. Padilla, and B. T. T. Iii, "Intravenous piggyback infusion control and monitoring system using wireless technology," *Int. J. Adv. Technol. Eng. Explor.*, vol. 3, no. 17, pp. 50–57, 2016.
- R. C. Gupta, T. K. Taneja S K, and S. Verma, "Design and implementation of controlled drug infusion system," *J. Sci. Ind. Res.*, vol. 64, no. October, pp. 761–766, 2005.
- C. Huang and J. Lin, "A Warning System Based on the RFID Technology for Running-Out of Injection Fluid," *Int. Conf. IEEE EMBS*, pp. 2212–2215, 2011.
- V. V Kamble, P. C. Pandey, C. P. Gadgil, and D. S. Choudhary, "Monitoring of Intravenous Drip Rate," *Proc. ICBME*, vol. i, 2001.
- D. Kelly and S. J. Brull, "The Cost of Modern Technology," *J. Clin. Anesth.*, vol. 180, no. 7, pp. 80–81, 1995.
- R. Lide and G. Baysinger, "TeamLRN CRC Handbook of Chemistry and Physics," p. 2265, 2005.
- E. T. Pierce, V. Kumar, H. Zheng, and R. A. Peterfreund, "Medication and volume delivery by gravity-driven micro-drip intravenous infusion: Potential variations during 'wide-open' flow," *Anesth. Analg.*, vol. 116, no. 3, pp. 614–618, 2013.
- B. Raghavendra, K. Vijayalakshmi, and M. Arora, "Intravenous drip meter & controller," *2016 8th Int. Conf. Commun. Syst. Networks, COMSNETS 2016*, pp. 1–5, 2016.
- H. Rashid, S. Shekha, S. M. T. Reza, I. U. Ahmed, and Q. Newaz, "A Low Cost Automated Fluid Control Device using Smart Phone for Medical Application," *Int. Conf. Electr. Comput. Commun. Eng.*, pp. 809–814, 2017.

K. K. Thariyan, S. R. Taneja, R. C. Gupta, and S. S. Ahluwalia, "Design and Development of a Unique Drop Sensing Unit for Infusion Pump." *J. Sci. Ind. Res.*, vol. 61, pp. 798–801, 2002.

S. H. Ting, C. K. Wu, and C. H. Luo, "Design of dual mode RFID antenna for inventory management and IV fluid level warning system." *Int. J. Antennas Propag.*, 2017.

X. Wen, "Design of Medical Infusion Monitor and Protection System Based On Wireless Communication Technology," *Second Int. Symp. Intell. Inf. Technol. Appl.*, pp. 755–759, 2008.

H. Zhu, "New Algorithm of Liquid Level of Infusion Bottle Based on Image Processing," pp. 1–3, 2009.

MONITOR sisa CAIRAN INFUS INTRAVENA DENGAN PENIMBANGAN BERAT

ORIGINALITY REPORT

% **10**
SIMILARITY INDEX

% **7**
INTERNET SOURCES

% **4**
PUBLICATIONS

% **8**
STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1 Submitted to Universitas Atma Jaya Yogyakarta % **2**
Student Paper

2 www.sensingthecity.com % **2**
Internet Source

3 Submitted to Universitas Katolik Widya Mandala % **1**
Student Paper

4 www.thinkmind.org % **1**
Internet Source

5 www.scribd.com % **1**
Internet Source

6 S Adaikkammai, Evangeline Smita, M Abhishek Appaji, A Viyajarajan. "Leveraging virtual testing for safer medical device development", 2018 10th International Conference on Communication Systems & Networks (COMSNETS), 2018 % **1**
Publication

7 Robert Storch, Michael Gerding. "Spectral

properties of time domain reflectometry systems", 2016 German Microwave Conference (GeMiC), 2016

Publication

% 1

8

www.authenticus.pt

Internet Source

<% 1

9

Shyama Yadav, Preet Jain. "Real time cost effective e-saline monitoring and control system", 2016 International Conference on Control, Computing, Communication and Materials (ICCCCM), 2016

Publication

<% 1

10

Abubakar Sharif, Jun Ouyang, Yi Yan, Ali Raza, Muhammad Ali Imran, Qammer Hussain Abbasi. "Low-Cost Ink-Jet Printed RFID Tag Antenna Design for Remote Healthcare Applications", IEEE Journal of Electromagnetics, RF and Microwaves in Medicine and Biology, 2019

Publication

<% 1

11

jurnal.ugm.ac.id

Internet Source

<% 1

12

Cataldo, Andrea, Giuseppe Cannazza, Nicola Giaquinto, Amerigo Trotta, and Gregorio Andria. "Microwave TDR for Real-Time Control of Intravenous Drip Infusions", IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, 2012.

Publication

<% 1

13 Submitted to Brunel University
Student Paper

<% 1

14 www.seequip.com
Internet Source

<% 1

15 www.manelsoft.com
Internet Source

<% 1

16 tensaform.com
Internet Source

<% 1

EXCLUDE QUOTES ON

EXCLUDE
BIBLIOGRAPHY ON

EXCLUDE MATCHES < 10
WORDS