

Purwarupa Alat Monitoring Suhu Untuk Rantai Dingin Produk Menggunakan *Near Field Communication* Studi Kasus Distribusi Darah

Yusuf Priyandari^{1*}, I Wayan Suletra^{1#}, Azmi Mas'ud^{1♦} dan Adi Nurrohmat^{1^}

Abstract. *Temperature monitoring apparatus is required for the distribution of certain products that are distributed using cold chain method. Temperature gauges that use analog and digital thermometers can not store temperature data in transit. The digital temperature register apparatus (logger) in the market temperature is relatively expensive and does not provide early warning if the temperature in the storage box products out of permitted temperature limits. The research developed a prototype of a temperature monitoring device for the distribution of cold chain products. Case studies on blood distribution are used as a basis for determining the need for temperature monitoring devices. The product prototype is made by stages in accordance with generic product development method. The resulting prototype can provide temperature information in the cold box during the course of blood distribution. The prototype can also provide warnings in the form of sounds and lights when the temperature inside the cold box is outside the ideal temperature limit / permitted for the blood distribution process. Temperature history data during the trip can be stored in NFC Tags. The data can then be read using smart-phone devices that feature NFC.*

Keywords: *temperature monitoring tool, near field communication, cold chain.*

Abstrak. *Alat monitoring suhu diperlukan untuk distribusi produk-produk tertentu yang menggunakan metode rantai dingin. Termometer analog dan digital tidak dapat menyimpan data suhu dalam perjalanan. Adapun alat digital pencatat (logger) suhu yang ada di pasaran relatif mahal dan tidak memberikan peringatan dini jika suhu dalam boks penyimpanan keluar dari batas suhu yang diijinkan. Penelitian ini mengembangkan purwarupa alat monitoring suhu untuk distribusi produk dengan rantai dingin. Studi kasus pada distribusi darah digunakan sebagai landasan dalam menentukan kebutuhan alat monitoring suhu. Purwarupa produk dibuat dengan tahapan yang sesuai dengan metode generic product development. Purwarupa yang dihasilkan dapat memberikan informasi suhu di dalam cold box selama perjalanan distribusi darah. Purwarupa juga bisa memberikan peringatan dalam bentuk suara dan lampu apabila suhu di dalam cold box di luar batas suhu ideal / diijinkan bagi proses distribusi darah. Data histori suhu selama perjalanan dapat disimpan dalam Tag NFC. Data tersebut kemudian dapat dibaca menggunakan perangkat smart-phone yang memiliki fitur NFC.*

Kata kunci: *alat monitoring suhu, near field communication, rantai dingin.*

I. PENDAHULUAN

Rantai dingin (*cold chain*) adalah salah satu bentuk rantai pasok (*supply chain*)

produk yang menjaga suhu produk tetap terjaga pada nilai tertentu selama proses distribusi (Bogataj, dkk., 2005; Halim, dkk., 2013; Hidayat, dkk., 2013). Proses distribusi rantai dingin dilakukan agar produk tidak mudah rusak karena produk mudah rusak pada suhu tinggi (panas). Selain kondisi suhu, kelembaban udara juga menjadi salah satu aspek yang diperhatikan dalam rantai dingin beberapa jenis produk (Bishara, 2006). Produk-produk yang memerlukan distribusi rantai dingin antara lain obat-obatan, darah untuk donor, buah, sayuran, dan bahan

¹ Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret Jl. Ir. Sutami 36 A, Surakarta, 57126, Indonesia

* email: priyandari@ft.ums.ac.id
email: wayansuletra@gmail.com
♦ email: azmi.masud@gmail.com
^ email: adinorochmat@gmail.com

Diajukan: 15-04-2017 Diperbaiki: 23-10-2017
Disetujui: 10-11-2017

makanan mentah pada umumnya seperti daging, ikan dan lain sebagainya, Hoffmann (2011) menyatakan bahwa ada tiga tantangan dalam rantai dingin produk yakni bagaimana menjaga kondisi suhu penyimpanan dan penanganan produk pada distribusi, mendokumentasikan kondisi suhu di sepanjang distribusi, dan menjaga keamanan (suhu, pemalsuan) produk sepanjang rantai distribusi. Proses penjagaan kondisi suhu pada rantai dingin dapat menggunakan peralatan sederhana seperti boks yang diisi dengan balok-balok es atau menggunakan boks yang telah dilengkapi dengan mesin pendingin (*refrigerator*). Demikian juga dengan proses dokumentasi kondisi suhu sepanjang rantai distribusi, peralatan sederhana seperti termometer analog, termometer digital, hingga *logger* suhu dapat digunakan untuk proses monitoring kondisi suhu produk yang didistribusikan.

Penelitian ini mengembangkan purwarupa alat monitoring kondisi suhu untuk distribusi produk dengan rantai dingin. Penelitian ini dilatarbelakangi oleh kondisi alat yang biasa digunakan untuk mengukur kondisi suhu pada distribusi darah di Palang Merah Indonesia (PMI) belum optimal. Berdasarkan observasi di PMI Kota Surakarta, proses pengukuran suhu pada proses distribusi darah menggunakan termometer digital dan analog. Termometer digital maupun analog yang digunakan memiliki kekurangan karena monitoring suhu hanya dilakukan di awal dan akhir proses distribusi. Termometer digital dan analog yang digunakan tidak menyimpan rekaman data suhu selama perjalanan distribusi dan tidak memberikan tanda peringatan jika suhu dalam kotak penyimpanan kantong darah melewati batas aman. Kelemahan lain pada penggunaan termometer digital adalah diperlukannya media air untuk mengukur suhu dalam boks penyimpanan darah.

Darah adalah salah satu produk yang harus didistribusikan dengan rantai dingin. Kebutuhan darah untuk pasien rumah sakit

didistribusikan dari pusat pengumpulan darah yang dilakukan oleh Unit Distribusi Darah Palang Merah Indonesia (PMI) ke rumah sakit di sekitarnya untuk memenuhi kebutuhan darah pasien. Selain itu, distribusi darah terjadi antar pusat pengelolaan darah, karena tidak semua wilayah mampu memenuhi kebutuhan darah di wilayahnya. Sebagai contoh, Pusdatin Kemenkes (2014a) menyebutkan bahwa pada tahun 2013 Provinsi DKI Jakarta kelebihan kantong darah hingga 60%, sedangkan wilayah Papua Barat kekurangan 96,3%. Ketidakseimbangan antara kebutuhan dan suplai darah antar wilayah ini menyebabkan Palang Merah Indonesia (PMI) sebagai pusat pengelola darah harus melakukan distribusi darah dari satu wilayah ke wilayah lain yang membutuhkan (Anwar, 2015).

Peraturan Pemerintah Nomor 7 Tahun 2011 tentang pelayanan darah menyatakan bahwa proses distribusi darah harus dengan penanganan khusus yang memperhatikan keamanan dan mutu darah yang dilakukan oleh tenaga kesehatan pada Unit Transfusi Darah (UTD) di Palang Merah Indonesia (PMI) atau Bank Darah Rumah Sakit (BDRS). Selain itu, proses distribusi darah harus menggunakan metode rantai dingin (Astuti dan Laksono, 2013). Dalam proses distribusi darah yang menggunakan rantai dingin, sel darah merah yang terdapat pada kantong darah haruslah terjaga pada rentang suhu 2°C sampai dengan 10°C selama proses distribusi (Pusdatin Kemenkes, 2014b; WHO, 2005).

Monitoring kondisi suhu pada saat distribusi darah bisa menggunakan alat pencatat (*logger*) suhu (Derens-Bertheau dkk., 2014). Menurut Mas'ud, dkk., (2016) *logger* suhu tersebut relatif mahal. Selain itu, *logger* suhu tersebut memiliki kelemahan yakni tidak bisa memberikan peringatan dini apabila suhu melewati batas aman. Padahal, peringatan dini tersebut merupakan salah satu kebutuhan dari sembilan kebutuhan alat monitoring suhu untuk rantai dingin darah

Tabel 1. Kebutuhan alat dan apesifikasi teknik

Kebutuhan Alat	Spesifikasi Teknis
Suhu mudah diketahui/dibaca	Ada <i>display</i> untuk membaca suhu
Sensor suhu tidak bergantung kepada media air	Sensor suhu universal tidak harus dicelup.
Proses pencatatan suhu lebih sederhana	Pencatatan dilakukan secara otomatis
Mampu merekam suhu dan jam pembacaan suhu	Ada memori untuk simpan data suhu dan jam
Memberi peringatan bila suhu tidak sesuai	Ada alarm suara dan lampu
<i>Portable</i> atau dapat dipindah-pindah	Penggunaan baterai sebagai sumber daya.
Tidak menghabiskan banyak tempat dalam boks	Dimensi alat kecil
Tahan dalam kondisi dingin dan lembab	Alat monitoring kedap air
Tidak mudah berubah posisi atau jatuh.	Ada pengait pada alat

Sumber: (Mas'ud dkk., 2016)

Tabel 2. Komponen alat monitoring

Fungsi	Komponen
<i>Display</i> suhu	<i>LED Seven Segment</i> (4bit)
Sensor suhu	DHT22
Mikrokontroler	Arduino Mega
Komponen Pencatat	Modul NFC
Memori	<i>Card Mifare Classic 1Kb</i>
RTC	DS-3231
Alarm suara	Buzzer 5V
Alarm lampu	LED
Baterai	Baterai 18650 3,7V (2 unit)

Sumber: Mas'ud dkk. (2016)

yang dibutuhkan oleh PMI (Mas'ud, dkk., 2016).

Mas'ud, dkk. (2016) telah medesain penggunaan *tag near field communication* (NFC) sebagai media penyimpanan data suhu sepanjang proses distribusi darah. Penggunaan *tag NFC* diharapkan memberikan kemudahan dalam transfer data ke perangkat lain atau dapat dibaca menggunakan perangkat *smartphone* (Park dkk., 2015; Trebar dkk., 2015). Namun demikian, oleh karena Mas'ud dkk (2016) masih berupa desain konsep, maka di dalam proses pengembangan purwarupa ditemukan beberapa aspek teknis yang harus ditambahkan. Tambahan terhadap desain antara lain perlunya rentang suhu yang bisa diatur oleh pengguna, mekanisme pencatatan tanggal pelaksanaan distribusi, optimalisasi algoritma penulisan data suhu ke NFC untuk mengurangi penggunaan memori pada arduino, desain aplikasi mobile untuk membaca data yang memudahkan pengguna

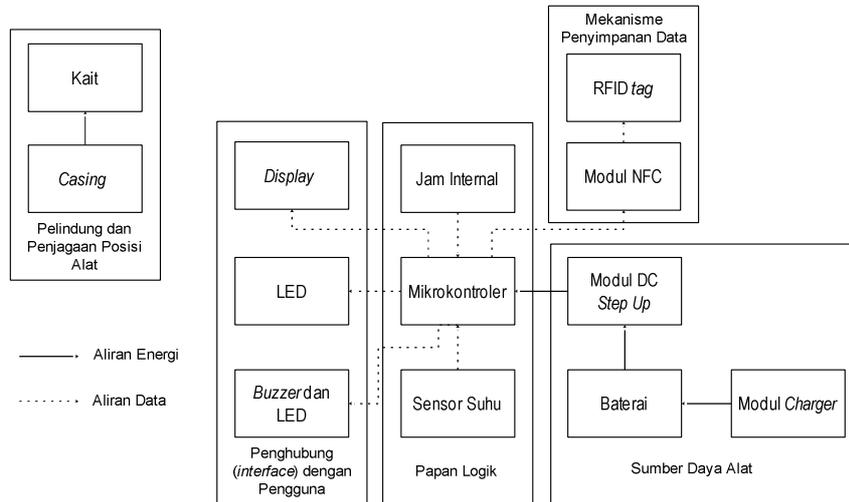
alat, dan dimensi alat yang perlu berukuran kecil.

II. METODOLOGI

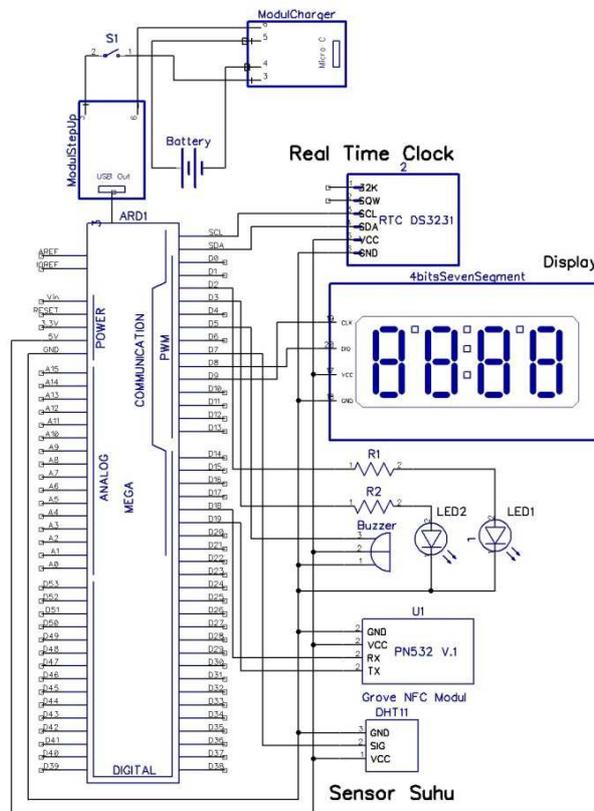
Metode pengembangan purwarupa alat monitoring suhu mengadopsi metode *generic product development* (Ulrich & Eppinger, 2001). Menurut Ćatić dan Vielhaber (2011), metode *generic product development* memiliki keseimbangan aspek teori dan praktek dengan menekankan pada metode yang mudah diaplikasikan selama proses perancangan. Secara umum, tahapan penelitian ini menggunakan lima dari enam tahapan metode *generic product development*, yaitu tahap perencanaan produk, pengembangan konsep, perancangan tingkat sistem, perancangan detail, dan pengujian. Tahap perencanaan produk berupa proses identifikasi masalah dan penyusunan gagasan produk untuk mengatasi masalah yang dihadapi. Tahap pengembangan konsep

menghasilkan susunan konsep alat monitoring suhu yang mencakup kebutuhan alat monitoring, spesifikasi teknis alat monitoring, pencarian solusi secara internal, serta komponen yang digunakan untuk

membuat purwarupa alat monitoring. Tahap perancangan tingkat sistem menghasilkan arsitektur alat monitoring suhu. Arsitektur alat monitoring suhu terdiri dari skema alat monitoring suhu, diagram cara kerja alat dan



Gambar 1. Skema umum alat monitoring (Mas'ud dkk., 2016)



Gambar 2. Skema elektrik alat monitoring

skema pemasangan alat monitoring suhu. Ketiga tahapan pertama tersebut dilakukan pada Mas'ud dkk (2016).

Tahap perancangan detail mencakup aktivitas pembuatan rangkaian alat dan pemrograman berdasarkan konsep dan spesifikasi akhir yang sudah ditentukan. Bagian akhir pada tahapan ini adalah pembuatan boks (*casing*) peralatan yang dibuat. Tahap pengujian dilakukan secara dua bagian, pertama merupakan pengujian laboratorium dan berikutnya adalah pengujian lapangan. Bentuk pengujian di laboratorium dilakukan untuk melihat keberhasilan rangkaian elektronika, proses penulisan data pada *tag* NFC, estimasi lama penggunaan baterai, verifikasi data suhu hasil pembacaan sensor suhu, dan kinerja alat setelah dirangkai dan diberi boks penutup (*casing*). Adapun pengujian lapangan dilakukan untuk mengamati proses penggunaan purwarupa alat oleh pengguna dan melihat data hasil monitoring suhu secara nyata.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kebutuhan alat dan spesifikasi teknis alat monitoring suhu didasarkan hasil observasi penggunaan termometer analog dan digital yang dilakukan di PMI Kota Surakarta (Mas'ud dkk., 2016). Kebutuhan dan spesifikasi teknis disajikan pada Tabel 1. Kebutuhan utama pada alat adalah

kemudahan pembacaan suhu, tidak bergantung pada media air, mampu merekam suhu sepanjang distribusi, dan dapat memberikan peringatan dini apabila suhu dalam boks melewati batas suhu yang diijinkan. Komponen utama alat monitoring suhu untuk rantai dingin produk disajikan pada Tabel 2. Pemilihan komponen didasarkan pada fungsi dan ketersediaan di pasar dengan harga yang relatif murah (Mas'ud. dkk., 2016).

Skema alat monitoring suhu secara umum disajikan pada Gambar 1. *Microcontroller* Arduino mendapat daya dari baterai dan akan menghidupkan lampu LED. Arduino menjalankan program untuk pencatatan dan mengaktifkan jam internal serta sensor suhu. Sensor suhu membaca kondisi suhu di dalam *cold box*, kemudian hasilnya ditampilkan pada *display* dan dilakukan pencatatan data ke dalam *tag* NFC. Setelah proses distribusi selesai, data monitoring yang tersimpan pada *tag* NFC dapat diambil petugas dan dibaca menggunakan *smartphone*.

Skema elektrik alat monitoring suhu disajikan pada Gambar 2. Berdasarkan skema pada Gambar 2, LED₁ akan digunakan sebagai indikator catu daya, sedangkan LED₂ akan digunakan untuk lampu peringatan bahaya. Modul NFC yang digunakan pada pembuatan purwarupa adalah PN532 v.1 dengan tambahan antena. Oleh karena digunakan baterai isi ulang, maka pada



(a) Bentuk purwarupa; (b) Pengujian purwarupa menggunakan cold box di laboratorium
(c) Pengujian purwarupa untuk pengiriman darah di PMI Kota Surakarta

Gambar 3. Purwarupa alat monitoring

desain ditambahkan modul *charger* untuk baterai. Ditambahkan pula saklar untuk menghidupkan alat.

Algoritma dasar untuk monitoring suhu disusun sebagai berikut.

1. Sensor mengukur suhu (T) setiap detik dan menampilkan ke *display*.
2. Cek apakah T dalam zona suhu ideal (ZT_i), zona suhu diizinkan (ZT_d) atau zona suhu berbahaya (ZT_b).
 - a. Apabila T dalam ZT_i , maka peringatan bahaya tidak diaktifkan.
 - b. Apabila T dalam ZT_d , maka peringatan bahaya diaktifkan dengan menyalakan LED dan *buzzer* selama 5 detik. LED dan *buzzer* akan aktif (menyala) kembali setiap 1 menit jika T masih dalam ZT_d .
 - c. Jika T dalam ZT_b , maka peringatan bahaya diaktifkan dengan menyalakan LED dan *buzzer* secara kontinu sampai sensor memberikan data bahwa T sudah kembali pada ZT_i atau ZT_d .
3. Setiap selang waktu (S_i) tertentu, dilakukan penulisan suhu (T) terkini ke memori *tag* NFC.
 - a. Apabila T berada pada ZT_d , maka S_t diperbarui menjadi dua kali lebih cepat untuk proses penulisan data berikutnya.
 - b. Apabila T dalam ZT_b , maka S_t diperbarui menjadi tiga kali lebih singkat untuk proses penulisan data berikutnya.

Algoritma tersebut menginformasikan bahwa ada tiga zona suhu, yakni zona suhu ideal (ZT_i), zona suhu diizinkan (ZT_d) dan zona suhu berbahaya (ZT_b) atau zona suhu di luar ZT_i dan ZT_d . Dalam kasus monitoring suhu pada rantai dingin darah, zona suhu ideal berkisar antara suhu 2°C – 6°C , kemudian zona suhu diizinkan berada dalam rentang suhu 6°C – 10°C dan di luar kedua zona tersebut adalah zona suhu berbahaya.

Selang waktu (S_i) pencatatan data suhu ke *tag* NFC dibuat semakin cepat apabila suhu keluar dari zona suhu ideal. Selang waktu akan dipercepat dua kali jika suhu berada

dalam zona suhu diizinkan, dan dipercepat tiga kali jika suhu berada dalam zona suhu berbahaya. Dalam eksperimen pada purwarupa alat ini, inisial selang waktu diberi nilai 10 menit di awal proses.

Purwarupa yang dibuat seperti ditampilkan pada Gambar 3. Purwarupa alat diuji pada skala laboratorium dan pengujian di lapangan. Bentuk pengujian di laboratorium dilakukan untuk melihat keberhasilan rangkaian elektronika, proses penulisan data pada *tag* NFC, estimasi lama penggunaan baterai, verifikasi data suhu hasil pembacaan sensor suhu, dan kinerja alat setelah dirangkai dan diberi boks penutup (*casing*). Adapun pengujian lapangan dilakukan untuk mengamati proses penggunaan purwarupa alat oleh pengguna dan melihat data hasil monitoring suhu secara nyata.

Berdasarkan hasil verifikasi pembacaan suhu, terkadang terdapat perbedaan antara sensor DHT22 dengan alat *thermo-hygrometer*. Selisih perbedaan data hasil pembacaan suhu paling tinggi mencapai $0,2^{\circ}\text{C}$. Dalam konteks purwarupa ini, selisih perbedaan mencapai $0,2^{\circ}\text{C}$ diasumsikan masih wajar karena secara fisik purwarupa dirangkai dengan peralatan sederhana sehingga memungkinkan adanya *noise* pembacaan.

Berdasarkan hasil pengujian, purwarupa alat monitoring dapat bekerja selama 7 jam tanpa penambahan daya lagi. Kondisi ini tentu dipengaruhi oleh kondisi baterai yang masih baru. Dengan demikian, purwarupa alat ini hanya dapat digunakan untuk distribusi yang tidak jauh atau yang lama perjalanan tidak lebih dari 7 jam.

Purwarupa berhasil menuliskan data suhu pada *tag* NFC dengan memori 1 Kb. Keberhasilan penulisan data telah dilihat pada skala laboratorium maupun uji penggunaan di Palang Merah Indonesia Kota Surakarta. Pada uji lapangan untuk distribusi darah dengan lama perjalanan 27 menit dan selang waktu penulisan data selama 5 menit, diperoleh data historis suhu sebanyak 6 buah

data. Namun demikian, pengujian terhadap maksimal jumlah data monitoring suhu yang dapat disimpan dalam *tag* belum dilakukan. Kedepannya perlu dilakukan eksperimen untuk melihat jumlah data maksimal pada *tag* NFC 1 Kb maupun 4 Kb dengan berbagai format dan mekanisme yang optimal untuk penyimpanan data.

Secara umum, purwarupa yang dibuat sudah memenuhi tujuh dari sembilan kebutuhan yang didefinisikan pada Tabel 1. Dua kebutuhan yang belum bisa dipenuhi adalah dimensi alat yang kecil dan kedap air.

Purwarupa yang dibuat relatif besar yakni berdimensi 20cm x 9,5cm x 3,7cm. Hal ini karena purwarupa masih menggunakan Arduino Mega sebagai *microcontroller*. Kedepannya perlu dilakukan modifikasi dengan menggunakan *microcontroller* Arduino Nano yang berukuran kecil dengan jumlah pin IO (*input/output*) yang masih memadai untuk kebutuhan purwarupa alat monitoring (Bagenda & Ajiz, 2015; Boxall, 2013). Selain itu, optimalisasi *layout* komponen juga perlu dilakukan agar dimensi alat menjadi lebih kecil.

Adapun kebutuhan alat yang kedap air diasumsikan tidak sangat penting karena protype alat diletakkan di luar boks (*cold box*) darah. Hanya sensor suhu saja yang dimasukkan ke dalam boks. Meskipun demikian, kedepannya dapat dilakukan optimalisasi pembuatan *casing* alat yang kedap air.

IV. SIMPULAN

Purwarupa alat monitoring suhu untuk rantai dingin produk dapat memberikan informasi suhu di dalam *cold box* selama perjalanan distribusi produk kepada petugas secara *real time*. Berdasarkan studi kasus yang digunakan, yakni distribusi darah, maka purwarupa alat bisa memberikan peringatan dalam bentuk suara dan lampu kepada petugas apabila suhu di dalam *cold box* di luar batas suhu ideal / diijinkan untuk proses distribusi darah. Data histori suhu

during the journey can be stored in *tag NFC*. Data tersebut kemudian dapat dibaca menggunakan perangkat *smart-phone* yang memiliki fitur NFC.

Penelitian lanjutan masih perlu dilakukan untuk memperbaiki akurasi sensor, optimalisasi penulisan data pada *tag* NFC, memperkecil ukuran alat dan penambahan fungsi-fungsi alat lainnya di luar kasus distribusi darah. Selain itu, diperlukan juga pembuatan aplikasi *smart-phone* yang memenuhi kebutuhan fungsional pengguna dalam proses distribusi produk dengan rantai dingin.

DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, M. (2015). *PMI Jatim Kelebihan 212 Ribu Kantong Darah pada 2014*. diambil dari [Tribunnews.com](http://www.tribunnews.com/regional/2015/10/11/pmi-jatim-kelebihan-212-ribu-kantong-darah-pada-2014). <http://www.tribunnews.com/regional/2015/10/11/pmi-jatim-kelebihan-212-ribu-kantong-darah-pada-2014>
- Astuti, W.D.; Laksono, A.D. (2013). *Keamanan Darah Di Indonesia Potret Keamanan Transfusi Darah di Daerah Tertinggal, Perbatasan dan Kepulauan*. (R. Wulandari, Ed.). Surabaya: ©Health Advocacy Yayasan Pemberdayaan Kesehatan Masyarakat.
- Bagenda, D.N.; Ajiz, A. (2015). *Data Logger Pintu Shelter BTS Menggunakan RFID Berbasis Arduino Uno*. Skripsi. Bandung: STMIK LPKIA (456).
- Bishara, R. H. (2006). "Cold chain management—an essential component of the global pharmaceutical supply chain". *American Pharmaceutical Review*, (February), pp.: 1 – 4.
- Bogataj, M.; Bogataj, L.; Vodopivec, R. (2005). "Stability of perishable goods in cold logistic chains". *International Journal of Production Economics*. Vol. 93-94. pp.: 345 - 356.
- Boxall, J. (2013). *Arduino Workshop, A Hands-On Introduction With 65 Projects*. San Francisco.
- Čatić, A.; Vielhaber, M. (2011). *Lean Product Development : Hype or Sustainable New Paradigm?* Proceedings of the 18th International Conference on Engineering Design (ICED 11), Impacting Society through Engineering Design, Vol. 1: Design Processes, Lyngby/Copenhagen, Denmark, 15.-19.08.2011
- Derens-Bertheau, E., Osswald, V., Laguerre, O., & Alvarez, G. (2014). "Cold chain of chilled food in France". *International Journal of Refrigeration*, Vol. 52, pp.: 161 – 167.
- Halim, G.; Gurning, R.O.S.; Baharamsyah, A. (2013). *Pemilihan Sistem Rantai Dingin (Cold Chain) Daging Segar yang Memenuhi Persyaratan Halal*. Skripsi. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.
- Hidayat, A.T.; Gurning, R.O.S.; Purwono, S. (2013). "Evaluasi sistem manajemen rantai dingin di PT. Terminal Petikemas Surabaya (TPS) untuk hortikultura jeruk dan anggur". *Jurnal Teknik Sistem Perkapalan*, Vol. 1(1), pp.: 1–11.
- Hoffmann, A. (2011). *Challenges of Cold Supply Chain*. Canada: European Industrial Pharmacists Group. Diambil dari <http://eipg.eu/wp-content/uploads/2013/07/seminar-armin-presentation-eipg-madrid.pdf>
- Mas'ud, A.; Priyandari, Y.; Suletra, I. W. (2016). *Desain Alat Monitoring Suhu pada Proses Distribusi Darah Menggunakan Near Field Communication (NFC)*. Prosiding

- Seminar Nasional Teknologi Terapan (SNTT) SV UGM (pp. 305–310). Yogyakarta.
- Park, W.H.; Kim, D.H.; Lee, D. (2015). "Vulnerability of rechargeable RFID tag card based on NFC". *International Journal of Control and Automation*, Vol. 8(4), pp.: 9 – 14.
- Pusdatin Kemenkes. (2014a). *Situasi Donor Darah di Indonesia*. Jakarta: Pusdatin Kemenkes.
- Pusdatin Kemenkes. (2014b). *Situasi Pelayanan Darah di Indonesia*. Jakarta: Pusdatin Kemenkes.
- Trebar, M.; Lotrič, M.; Fonda, I. (2015). "Use of RFID temperature monitoring to test and improve fish packing methods in styrofoam boxes". *Journal of Food Engineering*, Vol. 159, pp.: 66 – 75.
- Ulrich, K.T.; Eppinger, S.D. (2001). *Perancangan dan Pengembangan Produk*. Jakarta: Salemba Teknika.
- WHO. (2005). "Manual on the management, maintenance and use of blood cold chain equipment". *Safe Blood and Blood Products*, 1–92.