

## DESAIN MEDIA SIMPAN UNTUK MENINGKATKAN DAYA TAHAN SUSU BUBUK

Agung Kridoyono<sup>1)</sup>, Agus Hermanto<sup>2)</sup>, Geri Kusnanto<sup>3)</sup>

<sup>1)2)3)</sup> Teknik Informatika Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya  
Jl Semolowaru 45 Surabaya 60118, Telp. 031-5921516

Email : [akridoyono@untag-sby.ac.id](mailto:akridoyono@untag-sby.ac.id)<sup>1)</sup>, [hermanto\\_if@untag-sby.ac.id](mailto:hermanto_if@untag-sby.ac.id)<sup>2)</sup>, [gerikusnanto@untag-sby.ac.id](mailto:gerikusnanto@untag-sby.ac.id)<sup>3)</sup>

### Abstrak

Susu bubuk termasuk produk yang tidak tahan lama yang mengalami perubahan kualitas tiap waktu. perubahan kualitas ini dikarenakan pengaruh suhu, kelembaban atau kontak dengan material, pertumbuhan spora *B. cereus* dan *C. perfringens*. Kadar oksigen, *wettability*, bilangan peroksida merupakan jenis parameter penentu kualitas susu bubuk tersebut. Dalam paper ini dibahas pembuatan media simpan susu bubuk sehingga diharapkan kualitas susu lebih tahan lama saat disimpan dalam keadaan terbuka atau tertutup juga pertumbuhan bakteri *B. cereus* dan *C. perfringens* dapat dikendalikan agar kualitas susu terjaga dan media ini dapat digunakan untuk uji susu. Pengaturan parameter penentu kualitas susu bubuk ini merupakan proses yang dioptimasi pada media simpan yang dibuat.

**Keywords :** Penyimpanan susu bubuk, Model reference adaptive control, inkubator

### 1. Pendahuluan

Hampir semua produk industri sebelum sampai ke konsumen akan mengalami penyimpanan. Bagi produk industri yang peka terhadap kerusakan seperti makanan, kondisi ruang penyimpanan seperti suhu, mendapat perhatian. Salah satu produk makanan tersebut adalah susu bubuk. Susu bubuk merupakan suatu hasil olahan yang terbuat dari bahan dasar susu sapi segar yang telah mengalami proses pengeringan melalui proses *spray drying*. Setelah itu dilakukan penambahan bahan lain, terutama untuk menggantikan zat gizi yang telah mengalami kerusakan selama proses pengeringan [1]. Prinsip pembuatan susu bubuk adalah mengurangi kadar air yang terdapat dalam susu sampai batas tertentu, untuk menghambat aktivitas kimia atau mikroba dalam susu. Sehingga daya simpan susu ini menjadi lebih lama. Namun, susu memiliki sifat yang rentan atau mudah rusak terutama oleh kondisi dan lamanya penyimpanan, dengan demikian perlu diperhatikan bagaimana penyimpanan yang baik, karena pada kenyataannya suhu dan lamanya penyimpanan mempengaruhi kualitas susu bubuk tersebut [1,2].

Parameter kerusakan yang diamati adalah meliputi pengujian kadar oksigen, pengujian *wettability*, pengujian bilangan peroksid (*peroxide value*), serta keadaan fisik seperti warna, *lumps* (gumpalan) dan *flecks* (kotoran yang terdapat dalam susu). Oksigen berpengaruh terhadap reaksi kimia dari lemak yang terkandung dalam susu yang mengakibatkan ketengikan. Reaksi ini terutama akan terjadi pada lemak yang mengandung asam lemak tak jenuh, dan susu bubuk ada penambahan jenis asam lemak seperti omega 3 dan 6 untuk meningkatkan nilai gizinya. Sementara bilangan peroksida merupakan hasil reaksi ketengikan ini. Salah satu cara untuk menghilangkan kandungan oksigen yang

terdapat di dalam kemasan susu bubuk tersebut adalah dengan mengalirkan suatu gas yang bersifat *inert*. Biasanya digunakan gas inert yang disuntikkan ke dalam kemasan susu bubuk adalah gas Nitrogen karena gas tersebut bersifat *inert* dan murah [3].

Bentuk bubuk tidak memerlukan cara penyimpanan yang khusus, setelah kemasan dibuka, susu formula cukup disimpan pada tempat yang kering dan tertutup rapat. Pelarutannya kembali, cukup ditambahkan air matang dengan suhu minimal 70°C, maka susu formula sudah bisa dikonsumsi [4]. Anjuran tersebut tidak sepenuhnya dipatuhi oleh para ibu dalam melarutkan susu formula. Perlakuan yang tidak semestinya pada penyimpanan dan preparasi, menjadikan susu formula sebagai pangan yang berisiko tinggi karena kepekaan bayi terhadap bakteri enterik patogen dan respon yang berlebihan terhadap toksin.

*Wettability* adalah waktu kemampuan susu untuk bercampur dengan air. Pengujian dilakukan ada saat sampel susu bubuk tenggelam seluruhnya di dalam air. Residu yg tidak terlarut disebabkan oleh protein yang terdenaturasi, partikel yang hangus atau lengket (*burnt and sticky particles*), partikel sukar larut dan bahan campuran (impuritas), Faktor-faktor yang mempengaruhi solubilitas adalah ukuran partikel, suhu udara pengeringan, tekanan udara pengeringan, suhu udara keluar. Parameter ini penting dalam pengawasan mutu susu bubuk [5,6,7].

Produk makanan umumnya dikemas dalam suatu aluminium foil, untuk menghindari pengaruh luar [8]. Walaupun demikian selama transportasi bisa menimbulkan kerusakan masih bisa terjadi, terutama ketika pendistribusian ke daerah-daerah terpencil.

Tabel 1. Hasil Pengujian Susu Bubuk Utuh dan Tidak Utuh Setelah Penyimpanan pada Suhu 25°C dan 40°C

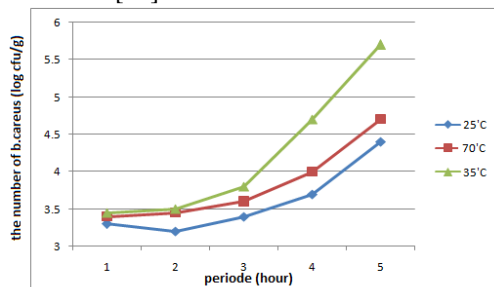
Parameter	Sebelum penyimpanan	Setelah Penyimpanan			
		Kemasan Utuh		Kemasan Rusak	
		25 °C	40°C	25 °C	40 °C
1. Oksigen (%)	0.1	0.6	1.9	3.5	20.1
2. Wettability (s)	9	11	37	23	40
3. Bilangan peroksida (meq/kg)	0.26	0.28	0.30	0.28	0.31
4. Warna	normal	normal	normal	normal	normal
5. Gumpalan	-	-	-	-	-
6. Kotoran	-	-	-	-	-

Hasil pengujian [9] susu bubuk menunjukkan bahwa susu bubuk utuh yang disimpan pada suhu ruang penyimpanan 40°C dapat meningkatkan kadar oksigen serta sifat waktu kemampuan susu untuk bercampur dengan air atau disebut *wettability*. Peningkatannya lebih nyata bagi susu yang kemasannya sudah tidak utuh (Tabel 1).

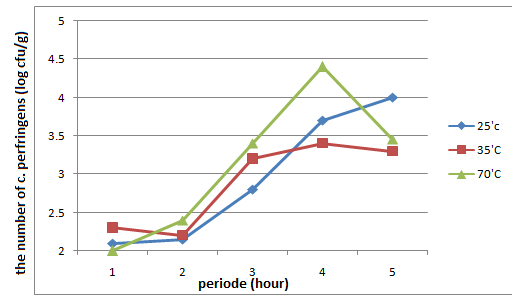
Ada sejumlah penyakit yang dikaitkan dengan susu formula bubuk sebagai wahana infeksi [10,11]. Sebuah kejadian luar biasa akibat pangan yang diderita 35 neonatus di Chile, diduga berhubungan dengan *B. cereus* dalam susu bubuk dengan level 50-200 spora/g [12].

*B. cereus* dan *C. perfringens* adalah bakteri Gram positif bentuk batang, termasuk kelompok pembentuk endospora yang menjadi penyebab terjadinya keracunan pangan. Penyakit terjadi seiring dengan termakannya sejumlah besar organisme (>10<sup>6</sup>-10<sup>7</sup> sel) tumbuh di dalam usus halus, menghasilkan enterotoksin dan menyebabkan diare [13][14].

*B. cereus* adalah bakteri aerob, mampu tumbuh pada suhu 4-50°C, dengan suhu optimum 30-40°C (ICMSF, 1996). Waktu generasi pada suhu 30°C adalah 26-57 menit, dan pada suhu 35°C adalah 18-27 menit [15]. *C. perfringens* adalah bakteri anaerob, dengan suhu untuk pertumbuhan sel vegetatif serta germinasi spora dan tumbuh kembali bervariasi antara 10- 52°C, dengan suhu optimum sekitar 45°C. Pada kondisi optimum, multiplikasi sel dapat sangat cepat, kira-kira 9 menit [16].

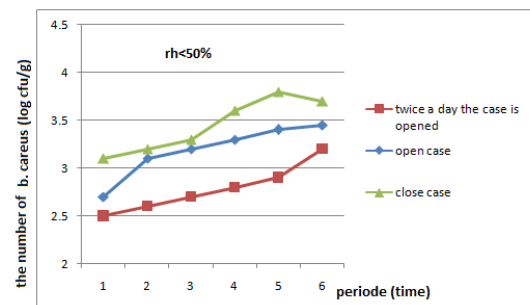


Gambar 1. Pertumbuhan spora dan sel vegetatif *B. cereus* pada susu formula yang dipreparasi pada berbagai suhu yang disimpan selama 4 jam pada suhu ruang

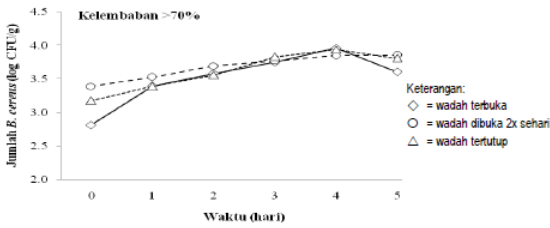


Gambar 2 Pertumbuhan spora dan sel vegetative *C.perfringens* pada susu formula yang dipreparasi pada berbagai suhu yang disimpan selama 4 jam pada suhu ruang

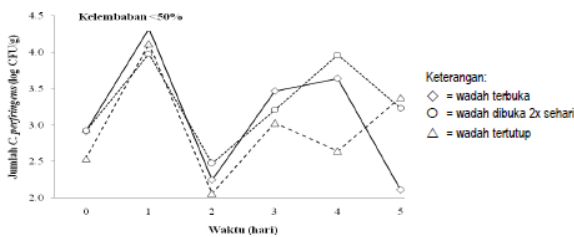
Pertumbuhan spora *B. cereus* pada suhu 25°C dan 70°C serta spora *C. perfringens* pada suhu 25°C cenderung menurun (Gambar 1 dan 2), tetapi tidak ada perbedaan diantara perlakuan ( $p>0.05$ ). Pada kondisi ini, bakteri melakukan penyesuaian dengan kondisi lingkungan, dan selanjutnya melakukan pertumbuhan cepat. Dari ke-3 suhu preparasi pada Gambar 1, ternyata suhu awal 35°C merupakan suhu yang lebih disenangi oleh *cereus* dibandingkan suhu 25°C maupun 70°C. Pada suhu tersebut spora tumbuh lebih cepat karena tidak perlu terlalu lama beradaptasi untuk menyesuaikan diri. Sedangkan spora *C. perfringens* nampak lebih cepat melakukan germinasi pada susu formula yang dipreparasi pada suhu 70°C. Suhu tersebut merupakan *heat shock* untuk spora *C. perfringens*, sehingga spora terangsang untuk berubah menjadi sel vegetatif dan melakukan multiplikasi [17].



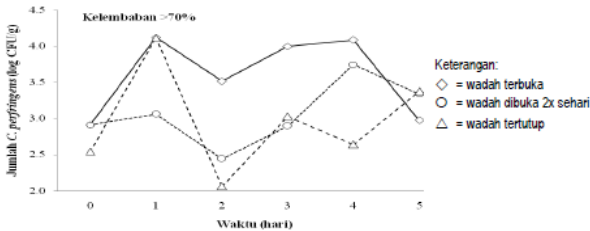
Gambar 3 Pertumbuhan spora dan sel vegetatif *B. cereus* dalam susu formula bubuk yang ditempatkan dalam berbagai tipe wadah dan disimpan pada ruang berkelembaban <50% selama 5 hari



Gambar 4. Pertumbuhan spora dan sel vegetatif *B. cereus* dalam susu formula bubuk yang ditempatkan dalam berbagai tipe wadah dan disimpan pada ruang berkelembaban  $s > 70\%$  selama 5 hari



Gambar 5. Kemampuan bertahan spora *C. perfringens* dalam susu formula bubuk yang tempatkan dalam berbagai tipe wadah dan disimpan pada ruang berkelembaban  $< 50\%$  selama 5 hari



Gambar 6. Kemampuan bertahan spora *C. perfringens* dalam susu formula bubuk yang tempatkan dalam berbagai tipe wadah dan disimpan pada ruang berkelembaban  $> 70\%$  selama 5 hari

2. Metodologi

2.1 Perancangan Sistem

Pembuatan media simpan susu bubuk ini merupakan teknik kendali dengan menggunakan microprocessor. System kendali disini mengendalikan kondisi suhu ruang dimana pada obyek yang diteliti dibutuhkan suhu dan kelembaban tertentu.

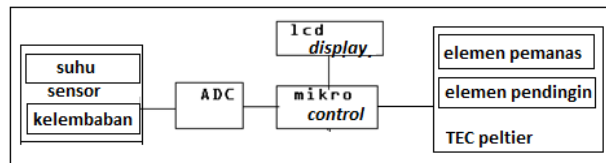
Untuk mendapatkan suhu ini maka dibutuhkan kalor dimana pada pembuatan ini menggunakan diode kering TEC peltier dan kipas sebagai pengatur penurunan suhu kelembaban. Dengan kondisi yang dibuat ini maka

media simpan susu bubuk dapat dilakukan sesuai adaptif kontrol.

2.2 Blok diagram

Dalam diagram blok ini proses pengaturan suhu dilakukan dengan menggunakan set point otomatis yang ditempatkan pada microprocessor sebagai pengkondisian sinyal dimana data suhu diambil dari hasil keluaran sensor suhu yang dimasukkan ke ADC untuk proses konversi ke digital agar bisa diakuisisi data suhunya.

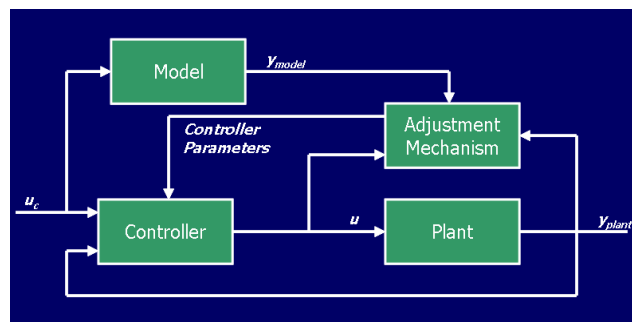
Untuk menaikkan suhu dimana saat monitoring suhu menunjukkan dibawah  $25\text{ }^\circ\text{C}$  maka dinyalakannya lampu atau aliran sisi panas peltier dan untuk menurunkan suhunya maka kipas atau sisi dingin peltier dinyalakan agar suhu ruang turun dengan mengeluarkan aliran udara keluar media.



Gambar 7. Diagram blok media susu bubuk

Model Reference Adaptive Control (MRAC)

merupakan salah satu skema kendali adaptif dimana performansi keluaran sistem (proses) mengikuti performansi keluaran model referensinya. Parameter-parameter kontroler diatur (mekanisme pengaturan) berdasarkan pada error yang merupakan selisih antara keluaran proses dengan keluaran model. Dalam menentukan metode pengaturan parameter kontroler ada beberapa pendekatan diantaranya dengan MIT rule dan teori kestabilan Lyapunov dimana keduanya memiliki kecepatan adaptasi atau konvergensi yang berbeda karena memiliki formulasi dan algoritma yang berbeda dalam melakukan pengaturan parameter.



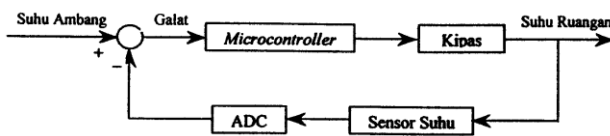
Gambar 8. Blok MARC model

Mendefinisikan error,  $e$  antara  $y_{plant}$  output dengan model output

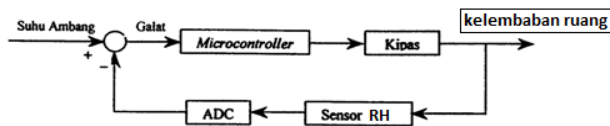
$$e = y_{plant} - y_{model}$$

Dimana  $Y_{plant}$  merupakan keluaran dari *plant* media simpan yaitu motor sebagai fungsi gerak untuk aliran pengaturan suhu (panas,dingin), kelembaban (uap air) , dan  $Y_{model}$  merupakan model yang referensi seperti *control, tuning*.

Perancangan sebuah sistem kontrol dibutuhkan pemahaman yang detail mengenai metode yang akan diaplikasikan, baik itu laju konvergensi maupun kecepatan beradaptasi terhadap perubahan proses maupun gangguan terutama pada plant pengatur suhu. Hal ini karena untuk kasus tertentu suatu metode sistem kontrol performansinya bagus untuk sistem proses tertentu namun untuk sistem lain performansinya tidak memuaskan.



Gambar 9. Diagram System adaptif kontrol temperature

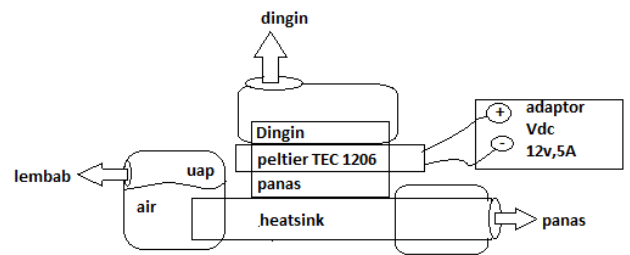


Gambar10. Diagram System adaptif kontrol RH

**Skema aliran**

Skema aliran ini merupakan pergerakan dinamis pada media simpan agar dicapai keadaan yang diinginkan dimana pada media ini diambil *set point* pada suhu 22-25°C dan kelembaban 45-50% RH.

Fungsi komponen Peltier dua sisi ini yang akan dimanfaatkan untuk mendapatkan panas, dingin, serta uap air. Karena sifat peltier yang selalu sebanding mengikuti nilai balikan dari fungsi komponen yang letaknya berkebalikan jadi otomatis akan disediakan media tersendiri untuk mendapatkan nilai panas,dingin serta uap airnya. Dingin bisa langsung diambilkan kondisi ruang pada komponen peltier sedangkan panas didapatkan pada ruang *heatsink* yang menempel pada sisi balik komponen sedangkan untuk uap air didapatkan pada ruang *heatsink* yang berada pada ruang terisi air untuk didapatkan uapnya melalui hembusan kipas yang diletakkan pada media ruang susu bubuk.



Gambar 11. Perancangan blok model control aliran



Gambar 12. Contoh efek gumpalan susu

**3. Kesimpulan**

Untuk mempertahankan kondisi ideal kualitas susu yaitu dengan mengatur kondisi lingkungan simpan, unsur penentu oksigen, peroksida, suhu, kelembaban, spora, bakteri yang dapat merubah keadaan susu terutama pada kondisi susu terbuka kemasannya. Suhu simpan 25°C untuk penentuan pengaturan kontaminasi oksigen dan menghambat tumbuhnya spora *cereus* sedangkan kelembaban dibawah 50%RH digunakan untuk menekan kondisi perkembangan spora bakteri. Susu dimasukkan ke media lalu diukur dengan uji lab berapa bilangan peroksida, serta pertumbuhan spora bakteri dan jika dilihat dari fisik susu tidak kelihatan menggumpal atau pecah kondisinya seperti tidak ada efek menempel atau kurang lemak saat dipegang atau dijatuhkan terurai. Metode MAR control merupakan model control yang digunakan dalam system alir ruang simpan yang diaplikasikan pada system control loop tertutup sehingga kondisi lingkungan simpan dapat dikondisikan sesuai dengan yang diharapkan.

**Daftar Pustaka**

[1]Spreer Edan A Mixa. (1998). *Milk and Dairy Product Technology*. New York: CRC Press Winarno FG. 1993. *Pangan, Gizi, Teknologi,dan Konsumen*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.  
 [2]Parodi PW. (2004). Milk fat in human nutrition. *Aust. J. Dairy Tech.* **59:3-59**.  
 [3]Lloyd MA and Drake MA. 2008. Effect of nitrogen flushing and storage temperature on whole milk powder flavor. *IFT Annual Meeting*, New Orleans, LA June 28-July 2.  
 [4][ICMSF] International Commission on Microbiological Spesification for Foods, (1996). *Microorganism in Food. 5 Characteristic of Microbial Pathogens*. Blackie Academic and Professional, London.

- [5] Negri LM, MS Chavarez , MATaverna, AL Cuatrin, AC Rubilio. (2004). The Effect of Silo Milk Composition Parameters on Heat Stability of Whole Milk Powder. *Food Science and Technology*. Vol 10:6
- [6] Stapelfeldt H, BR Nielsen And LH Skibsted.(1997). Effect of heat treatment, water activity and storage temperature on the oxidative stability of whole milk powder. *International Dairy Journal*.7:331-339.
- [7] Wright BJ. and MA Drake. (2007). Impact of agglomeration on the storage stability of whole milk powder. *Joint Annual Meeting of ADSA, ASAS, PSA and AMPA*, San Antonio, TX, July 8-12, Abstract T115.
- [8] Rahman S. (1995). *Food Properties Handbook*. New York: CRC Press, Inc. Romeu-Nadal M, JL Chávez-Servín, AI Castellote, M Rivero and MC. López- Sabater. 2007. Oxidation Stability Of The Lipid Fraction In Milk Powder Formulas. *Food Chemistry* .vol 100:2:756-763.
- [9] Immaningsih, N. (2013). Pengaruh Suhu Ruang Penyimpanan Terhadap Kualitas Susu Bubuk, *Jurnal UPI AGROINTEK* Volume 7, No.1
- [10] Louie KK. 1993. *Salmonella* serotype Tennessee in powdered milk product and infant formula-Canada and United States. *J. Am. Med. Assoc.* 270:432.
- [11] Gericke B, dan Thurn V.(1994). Identification of infant food as a vehicle in nosocomial outbreak of *Citrobacter freundii*: epidemiological subtyping by allozyme whole cell protein and antibiotic resistance. *J. Appl. Bacteriol.* 76:553-558.
- [12] Cohen J, Marambio E, Lynch B, dan Moreno AM. (1984). Infección por *Bacillus cereus* en recién nacidos [Abstract]. *Rev. Chil. de Pediatr.*. 55:20-25.
- [13] Labbe R. 1989. *Clostridium perfringens*. Di dalam M.P. Doyle, editor. *Foodborne Bacterial Pathogens*. Marcel Decker, Inc., New York.
- [14] Brynstad S, dan Granum PE.2002. Clostridium perfringens and food borne infections. *Int. J. food. Microbiol.* 74:195-202.
- [15] Kramer JM, dan Gilbert RJ.1989. *Bacillus cereus* and Other *Bacillus* Spesies. Di dalam M.P. Doyle, editor. *Foodborne Bacterial Pathogens*. Marcel Dekker, Inc. New York.
- [16] Ray B. 2001. *Fundamental Food Microbiology* . Edisi ke - 2. CRC Press, Boca Raton
- [17] Purwati, M., Sudarwanto, M., Rahayu, W.P., Sanjaya, A.W. (2009). The growth of *Bacillus cereus* and *Clostridium perfringens* spores under a variety of preparation and storage condition, *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, Vol. XX No. 1 Th. 2009

Teknik Informatika di Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.

### Biodata Penulis

**Agung Kridoyono**, Menempuh studi Magister di bidang elektronika telekomunikasi di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya dan saat ini menjadi Dosen di Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.

**Agus Hermanto**, memperoleh gelar Sarjana Komputer (S.Kom), Prodi Manajemen Informatika STIKOM Surabaya, lulus tahun 2002. Memperoleh gelar Magister Manajemen Teknologi (M.MT) bidang keahlian Manajemen Teknologi Informasi Program Pasca Sarjana Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, lulus tahun 2015. Saat ini menjadi Dosen di Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.

**Geri Kusnanto**, memperoleh gelar Sarjana Komputer (S.Kom), Prodi Teknik Informatika ITS Surabaya, lulus tahun 1994. Memperoleh gelar Magister Manajemen (M.MT) Program Pasca Sarjana Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya. Saat ini menjadi Ketua Program Studi