

SISTEM KONTROL OTOMATIK DENGAN MODEL SINGLE-INPUT-DUAL-OUTPUT DALAM KENDALI EFISIENSI UMUR-PEMAKAIAN INSTRUMEN

S.N.M.P. Simamora¹, N. Zulmi²

¹ Pusat Studi Telematika dan Kontrol (PUSITELL) Universitas BALE Bandung
Jl. R.A.A Wiranatakusumah No.2 Baleendah, Bandung 40258

² Pusat Studi Elektronika Komputasi dan Kontrol (PUSELKOM), Politeknik TELKOM
Jl. Telekomunikasi No.1, Ters.Buah Batu, Bandung 40257
e-mail: ¹pusitell@gmail.com, ²puselkom@hotmail.com

Abstract

Efficiency condition occurs when the value of the used outputs compared to the resource total that has been used almost close to the value 1 (absolute environment). An instrument to achieve efficiency if the power output level has decreased significantly in the life of the instrument used, if it compared to the previous condition, when the instrument is not equipped with additional systems (or proposed model improvement). Even more effective if the inputs model that are used in unison to achieve a homogeneous output. On this research has been designed and implemented the automatic control system for models of single-input-dual-output, wherein the sampling instruments used are lamp and fan. Source voltage used is AC (alternate-current) and tested using quantitative research methods and instrumentation (with measuring instruments) are observed. The results obtained demonstrate the efficiency of the instrument experienced a significant current model of single-input-dual-output applied separately instrument trials such as lamp and fan when it compared to the condition or state before. And the result show that the design has been built, can also run well.

Keywords—automatic control system, microcontroler, single-input-dual-output, efficiency

Abstrak

Kondisi efisiensi terpenuhi apabila nilai luaran yang terpakai jika dibandingkan dengan total resource yang telah digunakan hampir mendekati nilai 1 (yakni keadaan absolut). Sebuah instrumen mencapai efisiensi apabila level daya yang dikeluarkan telah mengalami penurunan signifikan pada umur pemakaian instrumen terpakai, jika dibandingkan dengan kondisi sebelumnya saat instrumen tidak dilengkapi sistem tambahan (usulan perbaikan). Lebih efektif lagi apabila model masukan yang digunakan adalah serempak untuk luaran tercapai yang homogen. Pada penelitian ini telah dirancang dan diimplementasikan sistem kontrol otomatis untuk model single-input-dual-output untuk kasus kebutuhan dan keperluan sehari-hari, dimana instrumen sampling yang digunakan adalah lampu dan kipas-angin. Sumber tegangan yang digunakan adalah AC (alternate-current) dan diuji dengan menggunakan metode penelitian kuantitatif dan instrumentasi (alat-ukur) secara pengamatan. Hasil yang didapatkan memperlihatkan instrumen mengalami efisiensi signifikan saat model single-input-dual-output diterapkan pada instrumen uji-coba yakni lampu dan kipas-angin saat dibandingkan dengan kondisi lama atau sebelumnya. Dan selanjutnya ditunjukkan bahwa hasil rancangan yang telah dibangun juga dapat berjalan dengan baik.

Kata kunci—sistem kontrol otomatis, mikrokontroler, single-input-dual-output, efisiensi

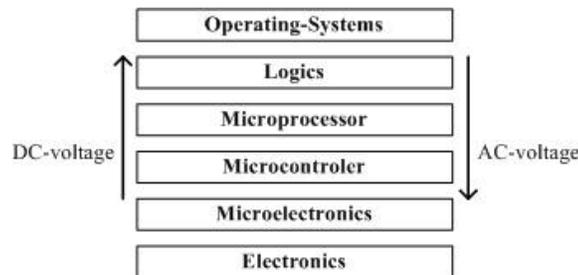
1. PENDAHULUAN

Pemberdayaan instrumen seefisien mungkin akan menurunkan *operational-cost* sehingga beban daya yang dibutuhkan dapat dioptimalkan lebih baik [1][2]. Kunci kesuksesannya terletak pada fungsi optimasi yang diterapkan pada setiap instrumen yang dijalankan[3]. Apabila sebuah instrumen tetap berjalan namun di satu sisi fungsi dan kegunaannya tidak digunakan lagi, maka telah terjadi pemborosan sebesar C_x selama periode- Δt . Misalkan pada sebuah contoh sederhana yaitu saat penggunaan ruang-kuliah yang dilengkapi dengan *projector* dan mesin-AC (*air-conditioning*) sudah selesai, namun lampu lupa dimatikan; maka sudah terjadi pemborosan selama

periode- Δt tersebut. Dapat dibayangkan apabila ketiga instrumen tersebut, yakni lampu, *projector*, dan mesin-AC secara bersamaan terlupakan dimatikan sungguh sudah pasti akan sangat menaikkan nilai C_x tersebut.

Pada beberapa instrumen dan beban, sistem kontrol otomatis berperan untuk memberikan fungsi pengawasan dan pengaturan terhadap rangkaian proses kerja yang berjalan, agar tetap berada pada domain dan tugas yang ditetapkan. Sehingga jika instrumen atau beban mengalami penyimpangan kerja pada waktu tertentu ($k-t$) maka sistem kontrol otomatis akan secara langsung memberikan nilai umpan-balik kepada sistem agar kembali kepada jalur kerja yang semestinya.

Pada persoalan yang dikemukakan ini, perlu adanya sebuah sistem kontrol yang bekerja otomatis dengan memberikan nilai umpan-balik pada saat instrumen, yakni lampu maupun kipas-angin, telah selesai digunakan. Dengan kata lain, dapat dikatakan bahwa selesainya penggunaan instrumen tersebut dapat disebutkan sebagai waktu-kerja (periode- Δt); yang dengan kata lain juga boleh disebut sebagai umur-pemakaian instrumen, telah selesai berjalan/bekerja. Peranan utama mikrokontroler pada sistem kontrol adalah memberikan kemampuan memberikan nilai umpan-balik langsung saat instrumen harus beralih fungsi ke dalam kondisi yang telah ditentukan. Beberapa mikrokontroler yang telah digunakan pada penelitian sebelumnya seperti: ATMega 8535 [3][4], ATMega 328 [5], AT-Mega16 [6]. Bagaimana hubungan mikrokontroler terhadap posisinya pada hirarki dalam lapisan sistem komputer terlihat pada Gambar 1.

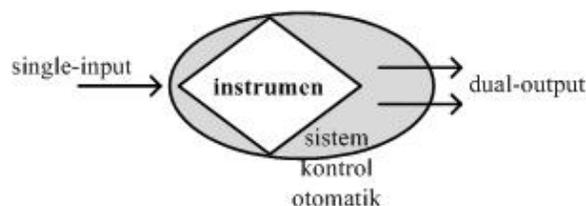


Gambar 1. Hirarki mikrokontroler pada lapisan dalam sistem komputer [6][7]

Dengan demikian apabila suatu instrumen telah dilengkapi dengan sistem kontrol otomatis, maka mekanisme kerjanya dapat senantiasa diatur secara periodik dan terhindar dari penyimpangan atau kesalahan fungsi kerja yang berjalan. Terlepas terhadap sifat kerja yang manual atau telah terotomasi, sebuah instrumen agar besaran fisisnya dapat dikontrol secara presisi (tepat) haruslah berbasis sistem komputasi [8]; dan suatu sistem komputasi haruslah berbasis minimal (setidaknya) mikrokontroler [9][10].

Oleh sebab itu dalam penelitian ini untuk membangun sistem kontrol otomatis, digunakan elemen utamanya yakni ATMega 8535 dengan fungsi utamanya nanti mengatur 1-masukan untuk otomatisasi serentak dua instrumen sebagai dasar kontrolnya dalam ruang-kerjanya. Dan ruang-kerja hanya difokuskan pada umur-pemakaian instrumen (yang disebut dengan periode- Δt). Pada penelitian ini, telah dilakukan sejumlah pengujian dari hasil perancangan sistem kontrol otomatis untuk 1-masukan dengan 2-luaran serempak (*single-input-dual-output*) yang bekerja secara harmonis diatur pada mikrokontroler ATMega 8535.

Dengan tercapainya pengontrolan pada instrumen selama periode- Δt , maka dimungkinkan efisiensi dapat terpenuhi apabila dibandingkan dengan kondisi tanpa dilengkapi dengan sistem kontrol otomatis. Pada besaran fisis *electricity*, efisiensi terukur pada level daya yang dimiliki pada instrumen yang ter-*monitoring* pada umur-pemakaian instrumen (periode- Δt) [2][8].



Gambar 2. Model single-input-dual-output

2. METODE PENELITIAN

Tahapan yang dilakukan dalam pengerjaan penelitian ini dimulai dengan melakukan observasi perihal contoh instrumen yang akan diujicobakan, dan dipilih lampu serta kipas-angin yang masing-masing bersumber-tegangan AC (tegangan bolak-balik). Alasan dipilihnya kedua instrumen ini, oleh sebab telah merepresentasikan kasus persoalan di lapangan; yakni saat proses perkuliahan telah selesai maka semestinya lampu di ruangan, mesin-pendingin ruangan (atau lazim disebut dengan AC, *air-conditioning*) serta (untuk kasus pada beberapa kampus) *projector* sudah dimatikan seiring dengan berhentinya atau selesainya aktivitas di dalamnya. Dari hasil observasi tersebut dilanjutkan dengan pengumpulan data-data pendukung perihal profil *sampling* instrumen yang telah dipilih tersebut. Selanjutnya masuk pada tahapan hipotesa yang dilakukan dalam bentuk kegiatan perancangan sistem yang akan dibuat nantinya. Lalu setelah itu, dilakukan pembangunan dan pembuatan sistem kontrol otomatis berdasar model *single-input-dual-output*, yang dilanjutkan dengan pengujian untuk memperlihatkan nilai efisiensi terukur dari uji-coba terhadap instrumen *sampling* yang telah dipilih tadi. Alhasil akan terukur nilai efisiensi umur-pemakaian instrumen saat kondisi mengalami pembaharuan dan saat dimana instrumen tidak dilakukan/dikenakan model usulan. Dan berdasar hasil eksperimen dan pengujian yang telah dilakukan tersebut akan dilanjutkan dengan ditariknya kesimpulan.

Pada kondisi sistem sebelum dikenakan model usulan, maka parameter waktu yang teramati bisa disebutkan sebagai t_o . Dengan demikian jika t_i merepresentasikan parameter waktu yang teramati saat model usulan diterapkan maka dapat disusun hubungan matematik seperti ditunjukkan pada Pers.(1).

$$\Delta_{bias} = |t_i - t_o| \quad (1)$$

dimana t_i menyatakan waktu-aktualisasi dan t_o menyatakan waktu-inisialisasi, sehingga ekspektasi untuk setiap nilai Δ_{bias} selalu mendekati 0 (nol). Waktu-aktualisasi adalah waktu yang berjalan saat instrumen sedang digunakan, sedangkan waktu-inisialisasi adalah waktu yang ditetapkan pada operasional instrumen yakni umur-pemakaian instrumen.

Sedangkan efisiensi dapat dijelaskan sebagai suatu kondisi mendeskripsikan terjadinya penurunan kerugian dalam bentuk sumber-daya (C_x) maupun waktu (Δt_x) saat suatu sistem dijalankan atau dioperasikan. Jika diasumsikan rata-rata Δ_{bias} pada sejumlah N-pengamatan disebut sebagai $\Delta_{optimasi}$, maka dapat disebutkan bahwa efisiensi semakin terpenuhi apabila $\Delta_{optimasi}$ mendekati 0 (nol).

$$\Delta_{optimasi} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N |t_i - t_o|_j \quad ; N=1,2,3,\dots \text{dst} \quad (2)$$

Sehingga dapat dikatakan bahwa semakin t_i menyimpang dari t_o , maka umur-pemakaian instrumen semakin tidak efisien. Hal lain disebutkan berdasar [2] efisiensi secara umum dapat diturunkan sebagai berikut:

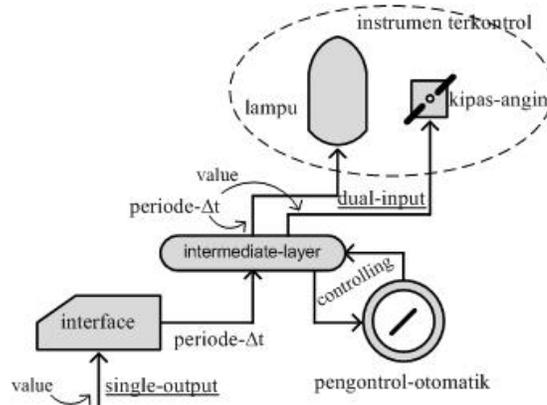
$$\text{efisiensi} = \chi = \frac{(\text{total} - \text{output})}{\text{total}} \times 100\% \quad (3)$$

Oleh sebab itu efisiensi (χ) umur-pemakaian instrumen dapat dideskripsikan seperti ditunjukkan pada Pers.(4).

$$\chi = 100\% - \Delta_{optimasi} \times 100\% \quad (4)$$

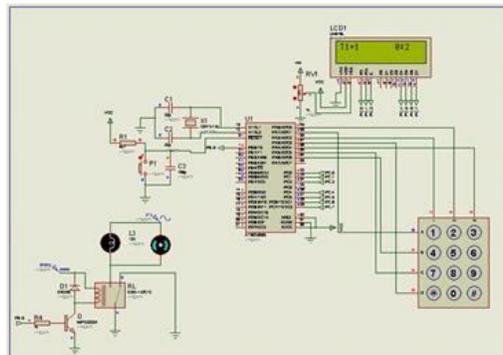
Model *single-input-dual-output* yang dibuat dapat dijelaskan yakni nilai masukan direpresentasikan dalam hubungan terhadap kedua instrumen yang akan dikontrol dalam parameter

umur-pemakaian instrumen. Parameter ini dinyatakan dalam periode- Δt , yakni waktu dalam satuan menit (*minute*) yang di-*set-up* kepada instrumen (yakni lampu dan kipas-angin). Saat periode- Δt telah diinisialisasikan pada instrumen oleh mikrokontroler, maka *clock* akan otomatis melakukan hitung-mundur (*count-down*) selama periode- Δt yang ditetapkan melalui antar-muka (*interface*). Oleh sebab itu, model *single-input-dual-output* secara kualitatif meningkatkan efektivitas kerja; dan secara tidak langsung juga akan meningkatkan efisiensi waktu [1][3]. Sistem berdasarkan model yang diterapkan akan serempak mengontrol beberapa instrumen sekaligus berdasar parameter yang diinisialisasi.



Gambar 3. Model rancangan untuk single-input-dual-output yang dikembangkan

Untuk selanjutnya skematik rancangan sistem kontrol otomatis ditunjukkan pada Gambar 4 yang didesain berbantuan Proteus7.1 untuk mensimulasikannya. Disamping itu *tools* yang digunakan sebagai dukungan dalam hal teknis yakni: Eagle v5.1 untuk membuat rangkaian papan PCB (*print-circuit board*), Code Vision AVR v2.05 untuk mengembangkan instruksi/pemrograman dalam bahasa C ke dalam mikrokontroler, dan Extrem Burner V1.0 untuk me-*loading* instruksi/pemrograman dalam bahasa C ke dalam mikrokontroler.



Gambar 4. Skematik sirkuit sistem kontrol otomatis yang dirancang

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil akhir dari rancangan dan desain yang telah dikembangkan ditunjukkan pada Gambar 5 sampai 7, dimana skenario simulasinya yakni *end-user* memasukkan lamanya waktu (yang di-*setting* dalam satuan menit) melalui *interface keypad* 3x4 secara numerik, yang sebelumnya telah dijelaskan, disebut sebagai umur-pemakaian instrumen. Alhasil oleh sistem kontrol otomatis yang dibuat akan mengontrol sekaligus dua instrumen uji-coba yakni lampu dan kipas-angin.



Gambar 5. Sirkuit relay untuk peubah tegangan antara mikrokontroler dan instrumen uji-coba

Sirkuit relay seperti telah ditunjukkan pada Gambar 5 berperan untuk mengubah tegangan AC ke DC, maupun sebaliknya; oleh sebab instrumen menerima atau digerakan dengan sumber tegangan AC sedangkan sistem kontrol otomatis bekerja berdasar instruksi dengan sumber tegangan DC. Seperti ditunjukkan pada Gambar 1 bahwa instrumen yang dibangun dengan komponen dasar elektronika bekerja dengan tegangan AC; dan hal ini berbeda dengan sistem komputer yang bekerja dan berjalan dengan sumber tegangan DC, oleh sebab telah berbasiskan sistem digital.

Ditunjukkan pada Gambar 6 dan 7 bahwa sistem kontrol otomatis dicatu dari sebuah stabilizer dengan tegangan *input* 230V dan daya luaran 450watt sesuai dengan umumnya *power* yang dimiliki oleh *stabilizer* untuk digunakan pada komputer *desktop*. Disamping itu juga dimudahkannya menggunakan *stabilizer* komputer oleh sebab umumnya telah dilengkapi dengan berbagai *power connector* 12V dan 5V yang umum digunakan pada perangkat-perangkat mikrokontroler. Namun nantinya jika telah memenuhi kriteria pada *product-mass* kondisi ini bisa disesuaikan dengan kebutuhan secara *production-process* karena dilakukan secara fabrikasi.



Gambar 6. Sistem kontrol otomatis yang telah dirancang pada tampak samping



Gambar 7. Sistem kontrol otomatis yang telah dirancang pada tampak depan

Selanjutnya untuk melakukan uji-perbandingan dalam mengukur efisiensi umur-pemakaian instrumen, maka disusun skenario berbeda untuk masing-masing kondisi lama dan baru; kondisi lama disebut skenario-1 dan kondisi baru disebut skenario-2. Masing-masing kondisi diujikan pada skenario pengajaran di ruang-kelas. Pada skenario-1, instrumen dimatikan secara manual sedangkan skenario-2 dijalankan menggunakan usulan sistem yakni sistem kontrol otomatis dengan model *single-input-dual-output*. Masing-masing skenario diuji pada umur-pemakaian instrumen $t_o=60$ menit dan $t_o=90$ menit.

Hipotesis – Pada skenario-1 yang dilakukan secara manual, faktor *human-error* sangat mendominasi jalannya sistem yang berjalan. Dengan demikian bias yang didapatkan antara waktu-aktualisasi dan waktu-inisialisasi cenderung mengalami disparitas yang lebar. Oleh sebab itu sungguh tepat apabila notifikasi dan himbauan disarankan untuk dilengkapi pada ruang atau gedung yang masih menggunakan instalasi, perkakas, dan instrumen tanpa berbantuan sistem kontrol otomatis; yakni untuk tidak lupa mematikan alat-alat tersebut saat sudah selesai digunakan.

Hasil perbandingan skenario pengujian yang telah dilakukan dan diamati ditunjukkan pada Tabel-1 sampai dengan 4. Dan kurva akhir perbandingan ditunjukkan pada Gambar 8 dan 9. Lebih jelasnya pada skenario-1, dibutuhkan dua pengamat untuk mengukur menggunakan *stopwatch* ketika pengajar/instruktur mematikan lampu dan kipas-angin saat kegiatan telah selesai dilakukan. Hasil pengamatan dilakukan terpisah dengan tujuan untuk uraian deskripsi pengukuran yang lebih baik, seperti telah ditunjukkan pada Tabel 1 dan 2.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Pada Skenario-1 Untuk $T_0=60$ Dan 90-Menit (Lampu)

Pengukuran ke-i	$t_o=60$ -menit			$t_o=90$ -menit		
	t_i	t_o	$\Delta_{bias} = t_i - t_o $	t_i	t_o	$\Delta_{bias} = t_i - t_o $
1	66.97	60	6.97	97.33	90	7.33
2	67.89	60	7.89	98.07	90	8.07
3	66.34	60	6.34	97.09	90	7.09
Rata-rata	67.07	60	7.07	97.50	90	7.50

Tabel 2. Hasil Pengukuran Pada Skenario-1 Untuk $T_0=60$ Dan 90-Menit (Kipas-Angin)

Pengukuran ke-i	$t_o=60$ -menit			$t_o=90$ -menit		
	t_i	t_o	$\Delta_{bias} = t_i - t_o $	t_i	t_o	$\Delta_{bias} = t_i - t_o $
1	67.05	60	7.05	98.1	90	8.1
2	67.94	60	7.94	98.43	90	8.43
3	66.82	60	6.82	97.83	90	7.83
Rata-rata	67.27	60	7.27	98.12	90	8.12

Tabel 3. Hasil Pengukuran Pada Skenario-2 Untuk $T_0=60$ Dan 90-Menit (Lampu)

Pengukuran ke-i	$t_o=60$ -menit			$t_o=90$ -menit		
	t_i	t_o	$\Delta_{bias} = t_i - t_o $	t_i	t_o	$\Delta_{bias} = t_i - t_o $
1	60	60	0	90	90	0
2	60	60	0	90	90	0
3	60	60	0	90	90	0
Rata-rata	60	60	0	90	90	0

Tabel 4. Hasil Pengukuran Pada Skenario-2 Untuk $T_0=60$ Dan 90-Menit (Kipas-Angin)

Pengukuran ke-i	$t_0=60$ -menit			$t_0=90$ -menit		
	t_i	t_o	$\Delta_{bias} = t_i - t_o $	t_i	t_o	$\Delta_{bias} = t_i - t_o $
1	60	60	0	90	90	0
2	60	60	0	90	90	0
3	60	60	0	90	90	0
Rata-rata	60	60	0	90	90	0

Hasil yang ditunjukkan pada Tabel 3 dan 4 menginformasikan bahwa didapatkannya nilai rata-rata sama dengan 0, hal ini sangat wajar oleh sebab *timer* terukur oleh *clock* yang telah diprogram dalam mikrokontroler karena berjalan secara digitalisasi.

Untuk mendapatkan nilai efisiensi umur-pemakaian instrumen dapat diuraikan berikut ini:

Skenario-1, untuk pengamatan pada $t_0=60$ -menit yaitu:

$$\chi_{lampu} = 100\% - 7.07 \times 100\% = 92.93\%$$

$$\chi_{kipas-angin} = 100\% - 7.27 \times 100\% = 92.73\%$$

Jika dibandingkan dengan model *single-input-dual-output*, maka pengamatan difokuskan pada selisih waktu saat lampu dan kipas-angin dimatikan; dan asumsikan χ diturunkan dan ditransformasikan menjadi τ , yaitu:

$$\tau = 100\% - (|7.07 - 7.27|) \times 100\% = 99.80\%$$

Skenario-2, untuk pengamatan pada $t_0=60$ -menit yaitu:

$$\chi_{lampu} = 100\% - 0 \times 100\% = 100\%$$

$$\chi_{kipas-angin} = 100\% - 0 \times 100\% = 100\%$$

Oleh sebab skenario-2 telah menerapkan model *single-input-dual-output*, maka nilai τ dapat dihitung sebagai berikut:

$$\tau = 100\% - (|0 - 0|) \times 100\% = 100\%$$

Hasil yang didapatkan pada parameter τ ini disebut dengan efektivitas umur-pemakaian instrumen, dan dengan cara yang sama dapat dihitung χ dan τ hasil pengamatan yang telah dilakukan untuk $t_0=90$ -menit berikut ini:

Skenario-1,

$$\chi_{lampu} = 100\% - 7.50 \times 100\% = 92.50\%$$

$$\chi_{kipas-angin} = 100\% - 8.12 \times 100\% = 91.88\%$$

Jika dibandingkan dengan model *single-input-dual-output*, maka nilai τ dapat diperoleh sebagai berikut:

$$\tau = 100\% - (|7.50 - 8.12|) \times 100\% = 99.38\%$$

Skenario-2, yaitu:

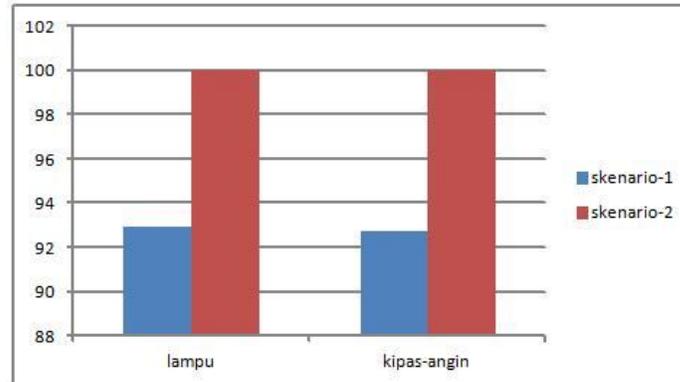
$$\chi_{lampu} = 100\% - 0 \times 100\% = 100\%$$

$$\chi_{kipas-angin} = 100\% - 0 \times 100\% = 100\%$$

Sedangkan untuk nilai τ dapat dihitung sebagai berikut:

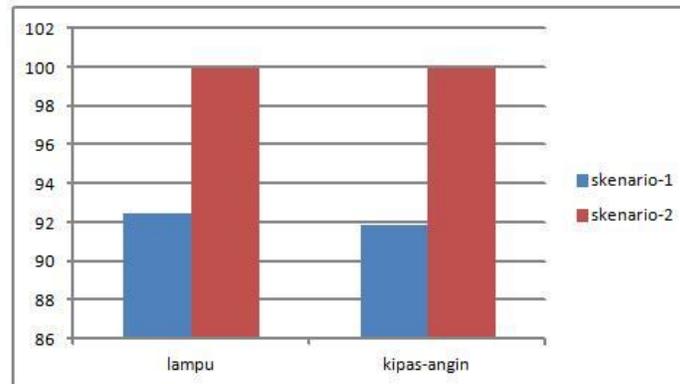
$$\tau = 100\% - (|0 - 0|) \times 100\% = 100\%$$

Dengan mendapatkan $\chi \geq 99\%$ artinya cukup efisien untuk mengurangi umur-pemakaian instrumen (periode- Δt) [1][8], dimana dikatakan bahwa tercapainya efisiensi penggunaan energi apabila total pemakaian yang ditunjukkan hampir mendekati 100%. Padahal hampir tidak mungkin mendapatkan kondisi efisiensi = 100%, namun $\approx 100\%$ adalah sesuatu yang wajar dan mungkin tercapai.



Gambar 8. Perbandingan efisiensi umur-pemakaian instrumen pada $t_0=60$ -menit

Hasil akhir yang didapatkan seperti ditunjukkan pada Gambar 8 dan 9 menjelaskan bahwa dengan menggunakan model *single-input-dual-output* mampu mengendalikan efisiensi umur-permakaian instrumen hingga 100% jika dibandingkan dengan model konvensional. Didapatkan informasi dari masing-masing grafik tersebut bahwa jika tidak menggunakan model *single-input-dual-output* rata-rata efisiensi yang didapatkan hanyalah berkisar pada *range*: 91% sampai dengan 99.99%.



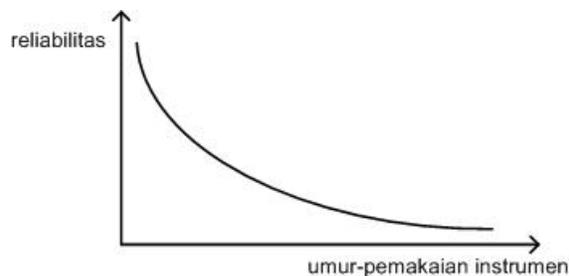
Gambar 9. Perbandingan efisiensi umur-pemakaian instrumen pada $t_0=90$ -menit

Dengan demikian dapat dikatakan bahwa hasil yang ditunjukkan pada Gambar 8 dan 9 telah cukup signifikan memberikan perbedaan dengan diterapkannya sistem kontrol otomatis pada umur-pemakaian instrumentasi. Dan hal ini tentu sangat beralasan menunjukkan perbedaan, karena pengujian yang dilakukan dibandingkan antara instrumentasi berbantuan mesin (*machine-based*) dengan mekanisme penggunaan secara manual (*manual-based*). Walaupun diakui selisih perbedaan antara sistem kontrol otomatis dan manual cenderung memberikan selisih di bawah 10%, namun bisa dibayangkan apabila nilai ini berasal dari instrumentasi, beban dan perkakas pada jumlah yang besar serta berada pada gedung perkantoran atau sejenisnya. Terlebih lagi berada pada instalasi peralatan berat seperti pembangkit-listrik (tenaga), pabrik, dan eksplorasi bumi/alam.

4. KESIMPULAN

Setiap instrumentasi perkakas dengan sifat *high-risk* sangat tepat disarankan berbasiskan sistem kontrol otomatis. Dengan maksud dan alasan untuk menghindari kesalahan yang terjadi saat instrumen sedang beroperasi/berjalan sehingga terhindarnya resiko yang memungkinkan mengancam pengguna. Dan di satu sisi juga untuk meningkatkan kinerja dalam hal pengawasan dan pengawalan rangkaian operasional dari instrumentasi-perkakas tersebut dimana selalu berjalan kontinyu sesuai instruksi yang diinginkan/ditetapkan.

Sistem kontrol otomatis memberikan hasil cukup signifikan untuk memberikan nilai efisiensi pada umur-pemakaian instrumen. Hal ini beralasan oleh sebab instrumentasi dijalankan langsung oleh sistem kontrol otomatis yang sangat tepat mengatur *timing* operasional kerja instrumen, yakni masing-masing untuk lampu dan kipas-angin. Dengan demikian, seperti ditunjukkan pada Gambar 10, semakin besar umur-pemakaian instrumen akan menyebabkan reliabilitas semakin menurun. Oleh sebab itu suatu hal yang sangat disarankan untuk memperhatikan kondisi umur-pemakaian instrumen pada setiap alat/beban yang bekerja dengan catu-daya dari pembangkit tenaga.



Gambar 10. Hubungan antara kehandalan (reliabilitas) terhadap umur-pemakaian instrumen

Model *single-input-dual-output* yang diterapkan berdasar hasil pengujian yang telah dilakukan memberikan peningkatan signifikan dalam hal efektivitas kerja pada umur-pemakaian instrumentasi, saat dibandingkan dengan cara/mechanisme manual. Efektivitas dapat dimunculkan oleh sebab nilai yang dimasukkan secara tunggal dapat serempak mengoperasikan sebuah instrumen. Hal ini tentu cukup bermanfaat diterapkan pada lingkungan kerja dengan resiko tinggi terhadap keselamatan kerja, terlebih yang membutuhkan *execution-timing* yang tepat sasaran secara serempak dan harmonis.

Dengan dicanangkannya pengembangan energi terbarukan, hal ini telah dapat memberi pemahaman agar setiap *end-user* harus hati-hati dan hemat memanfaatkan sumber-daya energi yang tersedia. Usulan alternatif solusi dengan model *single-input-dual-output*, berdasar hasil pengujian yang telah dilakukan, cukup memberikan efektivitas cara pengoperasian terhadap instrumen; dan lebih khusus lagi dapat memberikan sifat lingkungan kerja optimal oleh sebab hasil efisiensi umur-pemakaian instrumen yang didapatkan cukup signifikan terlihat.

Kondisi efisiensi pada suatu kondisi kerja instrumentasi yang berbasiskan fungsi waktu terpenuhi apabila selisih umur-pemakaian instrumen yang diperbandingkan, pada dua kondisi yang saling bertolak-belakang, terhadap waktu-inisialisasi adalah semakin mendekati 0 (nol). Alhasil kondisi ini hanya bisa terpenuhi dan tercapai apabila instrumen berbantuan sistem yang bekerja berbasiskan komputasi. Alasannya, oleh sebab sistem komputasi bekerja dengan dasar digitalisasi (kondisi absolut 0 atau 1) sehingga *clock* yang diatur pasti selalu akurat/presisi. Kondisi ini dapat disebut dengan *precision-condition environment*.

5. SARAN

Bila memungkinkan hasil penelitian ini menggandeng pihak vendor untuk produksi 'massal', sehingga benefit sesungguhnya dapat terlihat. Walaupun tidak bisa dinafikan bahwa berbagai model efisiensi dan terlebih lagi optimasi pada perkakas instrumentasi dan kontrol sudah banyak beredar, dikembangkan dan diproduksi di lapangan. Namun dalam ruang-lingkup

lingkungan mikro bukan menjadi hambatan untuk mengembangkan arsitektur untuk skalabilitas internal institusi atau privat.

Sirkuit-sirkuit tambahan yang dibuat pada penelitian ini berbantuan teknik manual seperti *PCB design, modular circuit-board, component-soldering*; oleh sebab itu dapat lebih baik lagi jika menggunakan alat-bantu berbasis mekanikal terlebih lagi terkomputerisasi agar sirkuit yang dihasilkan lebih akurat dan presisi. Dengan demikian faktor bias yang didapatkan saat sistem baru dijalankan dapat diminimalisasi, bahkan dimungkinkan dapat dihindari lebih baik lagi.

Saat ini telah dikembangkan *wireless sensor network* yang dapat dimanfaatkan untuk kontrol jarak jauh melewati jaringan komunikasi data. Oleh sebab itu sangat tepat sekali apabila model *single-input-dual-output* dapat diterapkan dalam *wireless sensor network*, setidaknya bisa dimanfaatkan untuk kendali pada berbagai kebutuhan yang bersifat *high-risk*, seperti: industri berat, instalasi bawah laut, wahana ruang-angkasa bahkan kendali/kontrol ketat pada *private-installation*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada anggota PUSELKOM (Pusat Studi Elektronika Komputasi dan Kontrol) Politeknik TELKOM saat kalibrasi instrumen dan pengukuran ketika observasi dilakukan, khususnya juga kepada Pusat Studi Telematika dan Kontrol (PUSITELL) Fak. Teknologi Informasi, Univ. BALE Bandung untuk dukungan infrastruktur dan tenaga personal dalam pengerjaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Shen, T. L., Fu, M. 2005. "High Precision Feedback Control Design for Dual-Actuator Systems". Proceedings of 2005 IEEE Conference on Control Applications (CCA). hal:956-961.
- [2] Simamora, S.N.M.P., Anggriawan, D. 2013. "Sistem Pemodelan Kestabilan Daya Dalam Kendali Beban Berdasar Suhu Kamar". IT Journal, STMIK Potensi Utama Medan, Vol.2 No.2. Oktober 2013: hal:113-122. ISSN:2252-746X.
- [3] Schroeck, S.J., Messner, W.C., McNab, R.J. 2001. "On compensator design for linear time-invariant dual-input single-output systems". IEEE/ASME Transactions on Mechatronics, Volume:6, Issue: 1. hal.50-57.
- [4] Simamora, S.N.M.P., Pratama, A. 2013. "Sistem Pemodelan Aktuator Lengan Tunggal Untuk Gerak Bidang Horisontal", Proceeding SNIT (Seminar Nasional Inovasi dan Teknologi) 18 Mei 2013, Univ. BSI. Bandung. Hal.A187-A191.ISSN: 978-602-99213-4-2.
- [5] Simamora, S.N.M.P., Santosa, F. 2014. "Pemodelan dan Aktualisasi Gerak Harmonisasi pada Laju Robot Berkaki". Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Multimedia (Semnasteknomedia) 2014, STMIK AMIKOM Yogyakarta. 8 Februari 2014. ISSN: 2302-3805.
- [6] Simamora, S.N.M.P, Rahmalia, D.R., Dani, M. 2012. "Teknik Embedded-system dalam Terapannya untuk membangun Sistem Deteksi Akses-masuk Illegal", Proceedings, SEMANTIK 2012 Univ. Dian Nuswantoro Semarang, Sabtu 23 Juni 2012. hal:1-7. ISBN : 979-26-0255-0.
- [7] Belter, D., Walas, K., Kasinski, A. 2008. "Distributed control system of DC servomotors for six legged walking robot". 13th Power Electronics and Motion Control Conference (EPE-PEMC 2008). hal.1044-1049.
- [8] Crowell, B. 2002. *Electricity and Magnetism*. Light and Matter Publisher.
- [9] Wong, C. K. T. 2011. "A Multiple-Input Single-Output DC-DC Converter For The Dc House Project". Thesis. The Faculty of California Polytechnic State University.
- [10] Kwasinski, A. 2009. "Identification of Feasible Topologies for Multiple-Input DC-DC Converters". Power Electronics, IEEE Transactions on Volume: 24, Issue: 3. hal.851-861.