

SISTEM DETEKSI DINI BAHAYA KEBAKARAN GEDUNG BERTINGKAT TINGGI AKIBAT KEGAGALAN INSTALASI LISTRIK

Yustinus Upa Sombolayuk^{1*}, Nadjamuddin Harun¹, Herman Parung¹, Zulfajri Basri Hasanuddin¹

¹Jurusan Teknik Elektro Program Pascasarjana Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Jalan Poros Malino Km.6, Gowa Sulsel, 92119, Telp 081342234208,

*Email: Ysombolayuk@gmail.com

ABSTRAK

Ancaman kebakaran gedung yang disebabkan oleh kegagalan instalasi listrik tetap berlangsung setiap saat, selama ada penggunaan energi listrik dalam gedung. Karena ada banyak penyebab kegagalan instalasi listrik seperti sambungan buruk, kualitas bahan yang tidak memenuhi standard dan instalatur yang tidak profesional. Kemudian metode konvensional seperti deteksi suhu, deteksi asap, dan deteksi nyala api tidak memberikan hasil yang baik, khususnya jika ada percikan bunga api yang tertutup di dalam bangunan gedung.

Kebakaran adalah salah satu bencana yang paling serius di gedung-gedung tinggi, maka pencegahannya terpaksa memasang peralatan yang mahal tetapi tidak mengharapkan penggunaannya. Sebab itu, penelitian ini menerapkan metode baru pendeteksi kegagalan instalasi listrik dengan pengamatan pada perubahan unjuk sifat sistem, sebagai indikator awal, mulai terjadinya proses kebakaran. Pemecahan dengan menerapkan pemodelan dan perumusan berbasis ilmu pengetahuan kecerdasan buatan dalam membentuk rumusan unjuk sifat sistem yang normal secara tepat. Dengan rumusan tersebut sebagai referensi jika ada perubahan karakteristik yang membahayakan terjadi dalam sistem, sehingga aliran listrik kedalam gedung diputuskan sebelum ada perbaikan. Hasil uji coba di laboratorium menunjukkan tingkat keberhasilannya dapat mencapai 95 hingga 100 persen.

Kata Kunci: Deteksi, Kebakaran, Kegagalan, Instalasi, Samar

ABSTRACT

There is still ongoing threat of building fire as a result of electrical installation failure during the use of electrical energy in the building. There are many causes of electrical installation failure such as bad connection, material quality that does not meet the standard and not professional installers. It is also caused by conventional methods such as temperature detection, fog detection and flame detection not leading to proper results, mainly if there is closed flame in the buildings.

Fire is one of the most serious disasters in high rise buildings, then its prevention should apply expensive equipment but the use is not expected. Therefore, this research applied new method of detection on electrical installation failure by observing on changes on system characteristic, as an initial indicator the occurrence of fire process. It is a solution by applying modeling and formulating based on knowledge of artificial intelligence in creating formulation of normal system characteristic in a proper manner. The formulation is used as a reference, and if there are any changes on system operation characteristics on the references, then it will lead to danger, so the electrical flow in the building is disconnected while waiting for repair. Results of laboratory trials show that the level of success can reach 95 until 100 percent, if the distance of disorder location on sensor is less than 100 meters.

Keywords: detection, fire, failure, installation, fuzzy.

PENDAHULUAN

Banyak yang menduga bahwa penyebab kebakaran gedung adalah akibat hubung pendek listrik. Umumnya berita seperti ini segera menyebar di masyarakat setiap kali terjadi peristiwa kebakaran gedung, dan berbagai media massa biasanya memberitakan pertama kali bahwa penyebab kebakaran

adalah akibat hubung pendek listrik. Meskipun secara teknis, kemungkinan terjadinya kebakaran oleh hubungan pendek arus listrik sulit terjadi. Karena semua instalasi listrik sudah dilengkapi dengan alat proteksi yaitu sekurang kurangnya berupa fuse (sekring) yang berfungsi memutuskan aliran listrik kedalam gedung bila terjadi hubungan pendek

listrik dalam gedung. Karena itu, jika hubungan pendek arus listrik terjadi dalam gedung maka tidak akan berlangsung lama, karena suplai listriknya akan putus seketika pada sekring, sehingga sulit menimbulkan kebakaran.

Sesungguhnya sumber api pada instalasi listrik yang menyebabkan kebakaran terdiri dari beberapa hal yang tak dapat dihindari pada instalasi listrik yaitu:

1. Sambungan buruk pada konduktor atau kabel.
2. Penggunaan isolasi tambahan yang kualitasnya lebih buruk dari isolasi kabel.
3. Terbakarnya salah satu kumparan listrik dalam beban tiga yang banyak digunakan di industri akibat putusnya salah satu fasa dari sumber listrik.
4. Terjadinya aliran listrik melebihi kuat hantar arusnya pada komponen instalasi listrik, utamanya pada konduktor. Tapi hal yang terakhir ini sudah terproteksi dengan baik jika instalasi dipasang oleh orang yang kompeten.

Sambungan konduktor dan penggunaan isolasi tambahan keduanya sangat dibutuhkan pada setiap titik percabangan instalasi. Maka sejalan dengan pertambahan umur instalasi dan oleh panas yang timbul pada konduktor akan menyebabkan sambungan memuai menjadi renggang sehingga terjadi sambungan buruk (bad connection), dan terjadi kebocoran isolasi (insulation failure) oleh panas yang timbul pada titik sambungan.

Ke-empat hal tersebut diatas, tidak dapat terdeteksi oleh sistem proteksi konvensional, sehingga peristiwanya akan berlangsung cukup lama. Mulai dari timbulnya percikan bunga api yang kecil-kecil secara sporadis, makin lama makin besar dan akhirnya membakar gedung. Sementara itu beban lebih (over load) yang tidak terdeteksi oleh sistem proteksi konvensional, juga memiliki peluang besar penyebab kebakaran. Umumnya beban lebih terjadi pada instalasi tambahan yang tidak dikerjakan oleh tenaga yang kompeten, sehingga tidak memperhitungkan kapasitas dari material instalasi untuk dikordinasikan dengan proteksi instalasi yang terpasang.

Selain penyebab utama timbulnya sumber api pada instalasi listrik penyebab kebakaran gedung, terdapat juga penyebab lain yaitu:

1. Kesalahan instalatir dan

2. Kualitas produk material instalasi yang tidak memenuhi standar.

Kesalahan instalatir disebabkan oleh yang pertama banyak pekerja instalasi listrik yang tidak kompeten karena pekerjaan instalasi listrik merupakan pekerjaan yang mudah dilakukan. Kedua pengawasan instalasi listrik tidak berjalan baik, maka tentulah persyaratan instalasi tidak akan terpenuhi. Selain hal itu, ada cukup banyak produk material instalasi listrik yang tidak memenuhi standar mutu, tetapi harganya murah maka pastilah konsumen memilih material yang murah tanpa mengetahui bahayanya yang akan timbul kemudian.

Berdasarkan data Dinas Pemadam Kebakaran dan Penanggulangan Bencana (DPK-PB) DKI Jakarta, sekitar 70 persen penyebab kebakaran di Jakarta diakibatkan oleh hubung pendek (korsleting) listrik. Hal ini disampaikan oleh Kepala Dinas Pemadam Kebakaran dan Penanggulangan Bencana DKI Jakarta, Subejo, pada hari Selasa tanggal 23 Juli 2013. Menurut Subejo, jumlah peristiwa kebakaran di Jakarta cenderung meningkat dari tahun ke tahun, maka upaya pencegahan bencana kebakaran di masyarakat dilakukan dengan membentuk Sistem Keselamatan Kebakaran Lingkungan (SKKL) di tingkat Rukun Warga (RW). Dinas Pemadam, kata dia, memberikan penyuluhan pencegahan kebakaran serta pelatihan pada masyarakat untuk menggunakan alat pemadam kebakaran ringan. Selain itu, lanjut dia, Dinas Pemadaman juga memberikan sarana pemadam kebakaran lingkungan. Sehingga masyarakat memiliki kemampuan bertahan untuk menghadapi kebakaran.

Tahun 2013 telah terjadi 1.475 kebakaran. jauh lebih besar dibandingkan tahun 2012 Luas areal yang terbakar mencapai 227.013 m². Jumlah korban kebakaran mencapai 8.534 kepala keluarga (KK) atau 34.291 jiwa. Korban luka-luka sebanyak 171 orang dan 69 orang meninggal. Korban kebakaran lebih banyak dibandingkan tahun 2012. Jumlah yang meninggal nyaris naik 100 persen dibandingkan tahun 2012, dan kerugian materi mencapai Rp 251.685.400.000,-

Tahun 2014, selama periode Januari sampai dengan April telah terjadi sebanyak 280 kasus kebakaran di Jakarta. Jumlah tersebut menyebar di seluruh wilayah Jakarta. Akibat peristiwa tersebut, kerugian ditaksir mencapai

Rp 51,66 miliar. Masyarakat dihimbau untuk lebih berhati-hati, terutama dalam penggunaan listrik. Banyak yang harus dilakukan perbaikan, termasuk jangan menumpuk steker pada stop kontak.

A. Instalasi Listrik Bangunan Bertingkat Rendah, Menengah, dan Tinggi serta Bangunan Industri.

Instalasi listrik adalah elemen penting dari suatu penggunaan bangunan atau gedung. Bangunan sebagai benda mati menjadi benda hidup jika tersedia energi listrik yang cukup untuk berlangsungnya kehidupan dalam bangunan. Tetapi penggunaan energi listrik membawa resiko memusnahkan seluruh kehidupan dalam bangunan, termasuk bangunannya jika terjadi kegagalan pada instalasi listriknya. Oleh karena itu, penelitian ini diutamakan pada gedung bertingkat tinggi karena lebih berbahaya bagi keselamatan manusia. Yang pertama listrik dapat merambat keseluruh komponen bangunan jika terjadi kebocoran isolasi listrik, dan yang kedua menimbulkan bunga api yang dapat menyebabkan kebakaran. Sebab itu, faktor keselamatan atau keamanan dari bahaya akibat instalasi listrik, harus diperhatikan ketika kita melakukan pemasangan instalasi listrik pada suatu bangunan atau gedung, sehingga dalam penggunaannya tidak menimbulkan malapetaka yang membahayakan gedung maupun isinya, terutama manusia.

Perbedaan antara instalasi listrik bangunan bertingkat dengan instalasi listrik bangunan industri hanya pada kapasitas dan sumber dayanya. Rata rata kapasitas daya untuk bangunan bertingkat rendah atau rumah tergolong daya rendah, sehingga disuplai dengan sistem satu fasa sementara bangunan bertingkat tinggi dan industri menggunakan kapasitas daya menengah ke atas karena menggunakan mesin mesin listrik tiga fasa, sehingga disuplai dengan sistem tiga fasa. Karena hal itulah maka sistem proteksi dalam hal ini pendeteksi bahaya kebakaran pada bangunan rumah sedikit berbeda dengan bangunan industri.

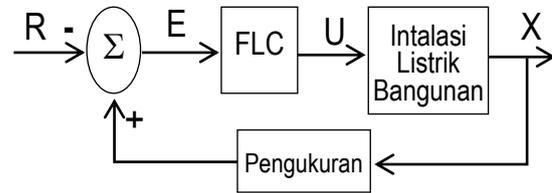
B. Tujuan Penelitian

- Mendeteksi adanya kegagalan instalasi listrik yang tidak dapat dideteksi oleh sistem proteksi yang ada sampai saat ini.
- Mendesain sistem baru pendeteksi kegagalan pada instalasi listrik yang dapat menyebabkan

kebakaran gedung jika dibiarkan berlansung lama.

METODE

Pendekatan logika samar yang diterapkan adalah metode pengenalan pola yang disupervisi. Menggunakan pola unjuk sifat operasi sistem yang normal sebagai pembanding dengan hasil pengukuran secara periodik seperti gambar di bawah ini:



$$E = M - R$$

Gambar 1. Struktur Kendali Logika Samar

Algoritma Keputusan FLC sebagai berikut:

Jika arus X yang tak dikenal dinyatakan oleh sebuah titik dalam vektor ruang multidimensi Ω_x yang berisi m buah kelas arus yang tak jelas (*ill defined*) yaitu [3] : $C_1, C_2, C_3, \dots, C_j, \dots, C_m$ (1) dan,

$R_1, R_2, R_3, \dots, R_j, \dots, R_m$ (2) adalah vektor arus referensi dimana R_j bersama-sama dengan C_j mengandung sejumlah h_j prototipe sehingga:

$$R_j^{(k)} \in R_j, \quad k = 1, 2, \dots, h_j \quad \dots \dots \dots (3)$$

Arus X kemudian dapat dinyatakan menjadi anggota sebuah kelas referensi yang mempunyai similaritas maksimum dengannya, sebagaimana diukur oleh algoritma dibawah ini:

Bila didefinisikan sebuah fungsi keanggotaan $\mu_j(X)$ yang berhubungan dengan arus X untuk kelas ke-j sebagai [3]:

$$\mu_j(X) = [1 + \{d(X, R_j) / F_d\}^{F_e}]^{-1.0} \quad \dots \dots \dots (4)$$

Dimana F_e adalah sebuah konstanta bilangan positif yang merupakan eksponensial samar, dan F_d adalah denominasi samar. Sedangkan $d(X, R_j)$ adalah jarak antara arus terukur X dan arus referensi R_j sehingga:

$$d(X, R_j) = \frac{\Lambda}{k} |X - R_j^{(k)}|$$

$$= \frac{\Lambda}{k} \left[\frac{\sum \{ \{W_{jn}^{(k)} (x_n - R_{jn}^{(j)}) \}^2 \}}{n} \right]^{0.5} \dots (5)$$

dengan Λ menunjukkan minimum. Ekspresi di atas menunjukkan nilai minimum jarak Euclidean yang diboboti, sebuah arus X yang tak diketahui dari semua nilai-nilai yang diprakirakan dalam kelas C_j , dan $W_{jn}^{(k)}$ ($|W_{jn}^{(k)}| \leq 1$) bersesuaian terhadap prototipe yang ke- k pada C_j dan menyatakan besar koefisien pembobotan sepanjang koordinat yang ke- n .

Nilai μ yang mendefinisikan fungsi keanggotaan arus X dalam C_j , didefinisikan sedemikian rupa sehingga ia memetakan ruang ciri berdimensi N ke dalam sebuah ruang keanggotaan berdimensi m dan akan memenuhi kondisi berikut ini:

1. $\mu_j(X) = 1$, jika $d(X,R_j) = 0$
2. $\mu_j(X)$ berkurang jika $d(X,R_j)$ bertambah besar
3. $\mu_j(X) = 0$, jika $d(X,R_j) = \infty$

Dengan demikian, suatu **arus X** yang **tak dikenal** dapat diputuskan menjadi anggota arus normal jika:

$$\mu_j(X) = V_j \{ \mu_k(X) \} \dots\dots\dots(6)$$

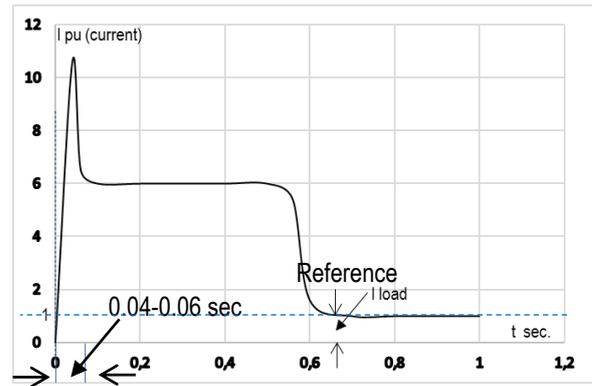
Dimana V menyatakan maksimum, dan $j = k = 1, 2, \dots, m$. $\dots\dots\dots(7)$

Metode Pengambilan Keputusan:

1. Bandingkan fungsi keanggotaan arus masukan $\mu_j(X)$ dengan fungsi keanggotaan referensi $\mu_k(X)$.
2. Jika $\mu_j(X) \geq \mu_k(X)$ maka arus masukan termasuk arus normal
3. Jika $\mu_j(X) \leq \mu_k(X)$ maka arus masukan termasuk arus gangguan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

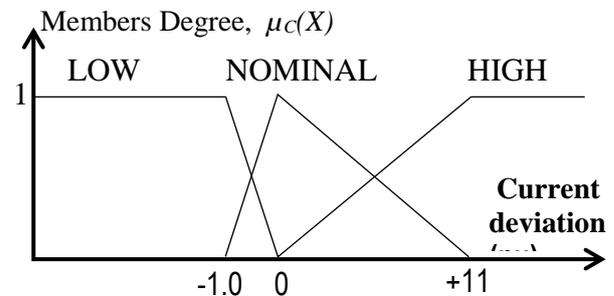
Tentukan daya dasarnya, dan ubah satuan pengukuran dalam besaran per-unit (pu) dengan menggunakan daya dasar sebagai pembagi untuk setiap hasil pengukuran arus pada sistem. Simpan unjuk sifat operasi sistem pada kondisi normal seperti gambar 2, di bawah ini:



Gambar 2. Kurva unjuk sifat operasi sistem normal [4]

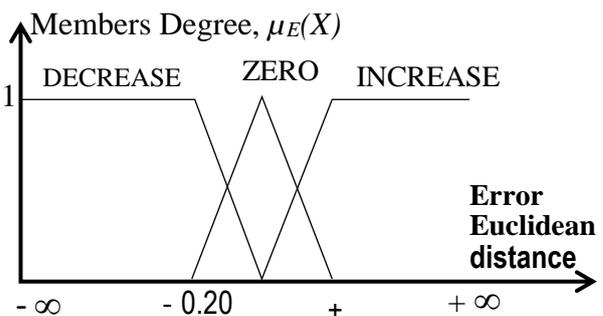
Pilih besaran arus yaitu 1 pu (per-unit quantities) sebagai besar arus-referensi dan nyatakan setiap hasil pengukuran arus dalam variabel samar (Low, Nominal, High) sebagai berikut:

$$E = M - R$$



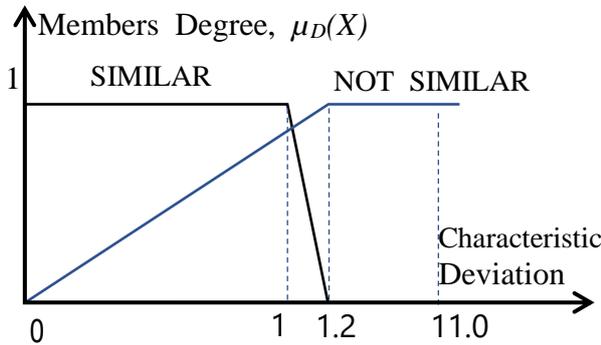
Gambar 3. Himpunan samar deviasi arus

Hitung jarak Euclidean terhadap titik referensi untuk setiap hasil pengukuran arus dan nyatakankan dalam besaran samar (Decrease, Zero, Increase) sebagai berikut:



Gambar 4. Himpunan samar jarak Euclidean error deviasi arus

Tentukan hasil inferensi samar antara setiap hasil pengukuran arus dengan hasil hitungan jarak Euclidean dan nyatakan dalam keputusan samar (*Not Similar, or Similar*) seperti gambar 5, di bawah ini:



Gambar 5. Himpunan samar deviasi karakteristik arus

Hasil keputusan inferensi samar :

- * IF Current is LOW and Euclidean Distance is INCREASE Then it is Characteristic Deviation is NOT SIMILAR.
- * IF Current is LOW and Euclidean Distance is ZERO Then it is Characteristic Deviation is SIMILAR.
- * IF Current is HIGH and Euclidean Distance is DECREASE Then it is Characteristic Deviation is SIMILAR.

Hasil selengkapnya dinyatakan seperti pada Tabel 1 di bawah ini:

Tabel 1. Keputusan inferensi samar

| Current Distance \ | LOW | NOMINAL | HIGH |
|--------------------|-------------|-------------|-------------|
| INCREASE | NOT SIMILAR | NOT SIMILAR | NOT SIMILAR |
| ZERO | SIMILAR | SIMILAR | NOT SIMILAR |
| DECREASE | SIMILAR | SIMILAR | SIMILAR |

Hasil pengujian sistem

Pengujian kinerja sistem dilakukan pada empat titik gangguan sistem yaitu pada jarak 25 meter, 50 meter, 75 meter dan 100 meter, dengan hasil yang diperoleh seperti Tabel 2, di bawah ini:

Tabel 2. Hasil Penujian Sistem Deteksi Dini

| No. | INPUT | Jarak lokasi gangguan ke sensor | | | |
|-----|--------------------|---------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| | | 25 meter | 50 meter | 75 meter | 100 meter |
| 1 | 0.4, 0.6, 1.0, 1.2 | Not Similar | Not Similar | Not Similar | Fail |
| 2 | 0.5, 0.5, 0.5, 0.5 | Similar | Similar | Similar | similar |
| 3 | 0.8, 0.6, 0.7, 0.8 | Similar | Similar | Similar | Similar |
| 4 | 0.8, 1.0, 1.0, 0.9 | Similar | Similar | Similar | Fail |
| 5 | 0.6, 0.7, 0.8, 0.9 | Similar | Similar | Similar | Fail |
| 6 | 0.9, 1.0, 1.1, 1.2 | Not Similar | Not Similar | Not Similar | Not Similar |
| 7 | 1.4, 1.0, 0.9, 0.8 | Similar | Similar | Similar | Fail |

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil uraian dan pengujian sistem yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Penerapan logika matematika samar yaitu rumusan pengenalan pola untuk mengenali unjuk sifat sistem berhasil dinyatakan sebagai sistem pendeteksi jika ada kegagalan pada instalasi listrik yang dapat menimbulkan kebakaran gedung.
2. Pengujian sistem dapat mencapai 95 hingga 100% keberhasilan mendeteksi adanya kegagalan instalasi listrik jika lokasi gangguan berada pada jarak tidak lebih 100 meter dari letak sensor.

DAFTAR PUSTAKA

Liu, C. B. and N. Ahuja. 2004. Vision based fire detection. *IEEE International Conference on Pattern Recognition*, 4:134-137.

Marbach, G., M. Loepfe and T. Brupbacher. 2006. An image processing technique for fire detection in video images. *Fire Safety Journal*, 41(4):285-289.

Pal, Sankar Kumar and Majumder, Dwijesh Dutta. 1989. *Fuzzy Mathematical Approach to pattern recognition*. Jakarta UI-Press.

Titarenko, M.V., and I. Noskov-Dukelsky. 1963. *Protective Relaying in Electric*

Power Systems, Foreign Languages
Publishing House, Moscow.

Toreyin, B. U., Y. Dedeoglu, U. Gudukbay,
and E. Cetin. 2006. Computer vision-
based method for realtime fire and
flame detection. *Pattern Recognition
Letters*, 27(4): 49-58