

# Aplikasi Teori Logika dan Pohon Keputusan untuk Menyempurnakan Poligraf dalam Mendeteksi Kebohongan

Ikhwanul Muslimin 13514020  
Program Studi Teknik Informatika  
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika  
Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia  
ikhwan@sinyalpintar.com

**Abstrak**—Poligraf merupakan alat pendeteksi kebohongan yang bekerja dengan cara mengukur perubahan psikis dengan merekam perubahan denyut nadi, suhu tubuh, tekanan darah, dan lain-lain. Perubahan-perubahan ini diukur saat target diberikan lima sampai enam pertanyaan. Akan tetapi, alat ini masih memiliki banyak sekali kekurangan, karena hanya memperhatikan perubahan-perubahan di atas. Orang yang sebenarnya jujur dapat dinyatakan berbohong karena gugup saat uji kebohongan berlangsung. Sebaliknya, pembongkang dapat dinyatakan jujur jika ia dapat mengontrol perubahan-perubahan di atas. Oleh karena itu, dalam makalah ini penulis mencoba memberikan ide penyempurnaan poligraf dengan pertimbangan logika jawaban yang juga dapat dinyatakan melalui pohon keputusan. Kedua metode ini akan mengecek kebohongan dari sisi konten jawaban, agar hasil poligraf lebih akurat.

**Keywords**—poligraf, kebohongan, sah, logika, pohon keputusan.

## I. PENDAHULUAN

Hari ini, manusia tidak pernah lepas dari komputer, atau dalam hal ini penulis lebih condong ke arah inteligensia buatan. Komputer saat ini didesain sedemikian rupa sehingga dapat melakukan pekerjaan-pekerjaan manusia bukan hanya pekerjaan fisik, akan tetapi juga memahami manusia dari sisi emosinya. Semakin hari manusia semakin menggunakan komputer sebagai alat bantu melakukan sesuatu, atau hanya sekedar penghibur. Termasuk dalam hal menentukan apakah seseorang berkata benar atau berbohong. Adalah aplikasi bernama poligraf yang digunakan untuk membantu manusia mendeteksi kebohongan seseorang. Poligraf memanfaatkan perubahan emosional yang terdeteksi lewat sensor perekam perubahan denyut nadi, keringat, suhu tubuh, dan lain-lain untuk mendeteksi kebohongan seseorang. Akan tetapi, alat ini masih memiliki kekurangan, tingkat akurasi hanya 70%, karena hanya berdasarkan fakta-fakta fisik, tanpa mempertimbangkan fakta nonfisik, yaitu logika berpikir.

Oleh karena itu, dalam makalah ini, penulis mencoba memaparkan ide untuk menyempurnakan poligraf dengan melibatkan sistem logika sebagai parameter penentu

kebohongan. Sistem logika ini dapat digambarkan juga dalam pohon kebenaran. Dengan demikian, tingkat akurasi poligraf menjadi lebih baik.

## II. DASAR TEORI

### A. Teori Logika

Logika merupakan dasar dari semua penalaran (*reasoning*). Pelajaran logika dikaitkan dengan hubungan antaran pernyataan-pernyataan. Logika mempunyai aplikasi yang luas di dalam bidang ilmu komputer, misalnya dalam bidang pemrograman, analisis kebenaran algoritma, kecerdasan buatan, perancangan komputer, dan sebagainya<sup>1</sup>.

#### 1. Proposisi

Proposisi adalah kalimat deklaratif yang bernilai benar atau salah, tetapi tidak keduanya. Contoh proposisi adalah sebagai berikut.

“6 adalah bilangan genap” (proposisi bernilai benar)

“ $12 \geq 19$ ” (proposisi bernilai salah)

#### 2. Tabel kebenaran

Nilai kebenaran dari proposisi ditentukan oleh nilai kebenaran dari proposisi atomiknya dan cara mereka dihubungkan oleh operator logika.

$p$	$Q$	$p \wedge q$	$p$	$q$	$p \vee q$	$p$	$\sim p$
T	T	T	T	T	T	T	F
T	F	F	T	F	T	F	T
F	T	F	F	T	T		
F	F	F	F	F	F		

Tabel 1. Tabel kebenaran konjungsi, disjungsi, dan ingkaran

#### 3. Hukum-hukum logika

Proposisi dalam kerangka hubungan ekivalensi logika, memenuhi sifat-sifat yang dinyatakan dalam sejumlah hukum. Beberapa hukum tersebut mirip dengan

hukum aljabar pada sistem bilangan riil seperti  $a(b+c)=ab+ac$ , yaitu hukum distributif, sehingga kadang-kadang hukum logika proposisi dinamakan juga hukum-hukum aljabar proposisi.

1. Hukum identitas $p \vee \mathbf{F} \Leftrightarrow p$ $p \wedge \mathbf{T} \Leftrightarrow p$	2. Hukum null/dominasi $p \wedge \mathbf{F} \Leftrightarrow \mathbf{F}$ $p \vee \mathbf{T} \Leftrightarrow \mathbf{T}$
3. Hukum negasi $p \vee \sim p \Leftrightarrow \mathbf{T}$ $p \wedge \sim p \Leftrightarrow \mathbf{F}$	4. Hukum idempoten $p \vee p \Leftrightarrow p$ $p \wedge p \Leftrightarrow p$
5. Hukum involusi $\sim(\sim p) \Leftrightarrow p$	6. Hukum penyerapan $p \vee (p \wedge q) \Leftrightarrow p$ $p \wedge (p \vee q) \Leftrightarrow p$
7. Hukum komutatif $p \vee q \Leftrightarrow q \vee p$ $p \wedge q \Leftrightarrow q \wedge p$	8. Hukum asosiatif $p \vee (q \vee r) \Leftrightarrow (p \vee q) \vee r$ $p \wedge (q \wedge r) \Leftrightarrow (p \wedge q) \wedge r$
9. Hukum distributif $p \vee (q \wedge r) \Leftrightarrow (p \vee q) \wedge (p \vee r)$ $p \wedge (q \vee r) \Leftrightarrow (p \wedge q) \vee (p \wedge r)$	10. Hukum De Morgan $\sim(p \vee q) \Leftrightarrow \sim p \wedge \sim q$ $\sim(p \wedge q) \Leftrightarrow \sim p \vee \sim q$

Ada dua istilah dalam tabel kebenaran, yaitu tautologi dan kontradiksi. Sebuah proposisi majemuk disebut tautologi jika ia benar untuk semua kasus, sebaliknya disebut kontradiksi jika ia salah untuk semua kasus.

#### 4. Inferensi

Misalkan kepada kita diberikan beberapa proposisi. Kita dapat menarik kesimpulan baru dari deret proposisi tersebut. Proses penarikan kesimpulan dari beberapa proposisi disebut inferensi. Ada beberapa kaidah inferensi, yaitu sebagai berikut.

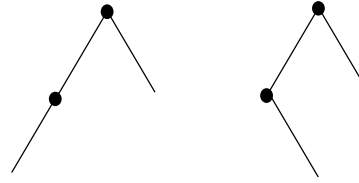
- Modus ponens atau *law of detachment*  
Kaidah ini didasarkan pada tautologi  $(p \wedge (p \rightarrow q)) \rightarrow q$
- Modus tollens  
Kaidah ini didasarkan pada tautologi  $[\sim q \wedge (p \rightarrow q)] \rightarrow \sim p$ .
- Silogisme hipotetis  
Kaidah ini didasarkan pada tautologi  $[(p \rightarrow q) \wedge (q \rightarrow r)] \rightarrow (p \rightarrow r)$
- Silogisme disjungtif  
Kaidah ini didasarkan pada tautologi  $[(p \vee q) \wedge \sim p] \rightarrow q$

#### 5. Argumen

Sebuah argumen dikatakan sah jika konklusi benar bilamana semua hipotesisnya benar, sebaliknya argumen dikatakan palsu (*fallacy* atau *invalid*).

#### B. Teori Pohon

Pohon adalah graf tak-berarah;  $G=(V,E)$ , dengan G adalah graf, V adalah simpul, dan E adalah sisi; yang terhubung yang tidak mengandung sirkuit. Pohon biner adalah salah satu jenis pohon yang setiap simpul cabangnya mempunyai paling banyak dua buah anak (anak kiri dan anak kanan)<sup>1</sup>.



Gambar 1. Dua buah pohon biner yang berbeda

Salah satu bagian dari pohon biner adalah pohon keputusan. Pohon keputusan digunakan untuk memodelkan persoalan yang terdiri dari serangkaian keputusan yang mengarah ke solusi. Tiap simpul menyatakan keputusan, sedangkan daun menyatakan solusi<sup>1</sup>.

#### C. Teori Poligraf

Poligraf adalah sebuah instrumen yang secara simultan merekam perubahan proses-proses fisiologi seperti detak jantung, tekanan darah, pernapasan, dan hambatan listrik (*electrical resistance*) yang disebut respons kulit galvanic (*galvanic skin response/GSR*)<sup>2</sup>. Poligraf ditemukan tahun 1921 oleh John Augustus Larson (1892-1965), seorang sarjana kedokteran di Universitas California dan seorang pejabat kepolisian di Berkeley Police Department (Berkeley, California, USA)<sup>3</sup>. Poligraf digunakan sebagai pendeteksi kebohongan oleh departemen kepolisian, FBI, CIA, pemerintah negara bagian maupun pusat, dan sejumlah agen rahasia. Teori yang perlu digaribawahi tentang poligraf adalah ketika seseorang berbohong, ia juga membawa rasa gugup yang dapat diukur karena kebohongannya. Detak jantung meningkat, tekanan darah meningkat, ritme pernapasan berubah, keringat bertambah, dan lain-lain. Dasar dari semua karakteristik fisiologi ini terlihat dengan menanyakan beberapa pertanyaan yang jawabannya diketahui oleh investigator<sup>2</sup>.

Ada tiga pendekatan dasar dari tes poligraf<sup>2</sup>:

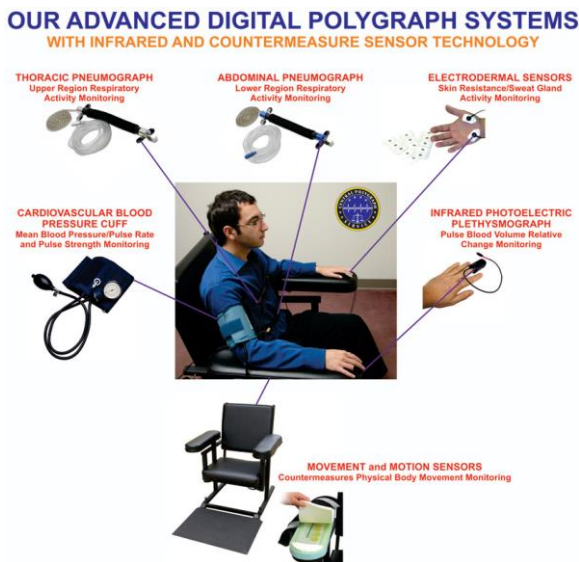
- Tes Pertanyaan Kontrol (*Control Question Test/CQT*). Tes ini membandingkan respon fisiologi terhadap pertanyaan yang relevan tentang tindak kejahatan dengan respon terhadap pertanyaan yang berhubungan dengan kemungkinan tindakan buruk sebelumnya.
- Tes Kebohongan Langsung (*Directed Lie Test/DLT*). Tes ini mencoba mendeteksi kebohongan dengan membandingkan respon fisiologi ketika subjek diminta dengan bebas

berbohong untuk merespon ketika mereka berkata benar.

3. Tes Pengetahuan Pengakuan Bersalah (*Guilty Knowledge Test*/GKT). Tes ini membandingkan respon fisiologi terhadap pilihan ganda dengan tipe pertanyaan tentang kejahatan, salah satu pilihan mengandung informasi yang hanya penginvestigasi dan pelaku kriminal yang mengetahui.

Poligraf paling mutakhir memiliki sensor-sensor sebagai berikut<sup>6</sup>.

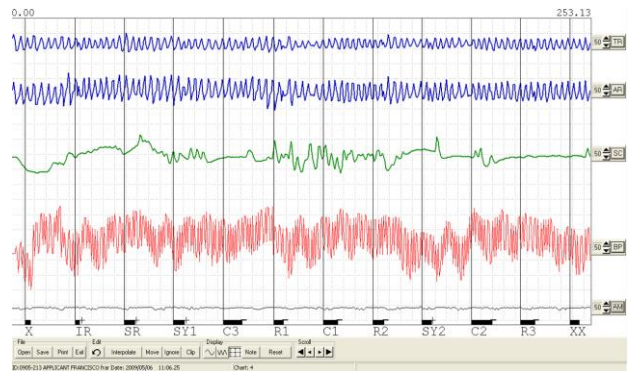
1. *Thoracic pneumograph*, sensor untuk memonitori aktivitas pernapasan bagian atas.
2. *Abdominal pneumograph*, sensor untuk memonitori aktivitas pernapasan bagian bawah.
3. *Electrodermal sensors*, sensor untuk memonitori peningkatan keringat.
4. *Infrared photoelectric plethysmograph*, sensor untuk memonitori perubahan kecepatan aliran darah relatif.
5. *Cardiovascular blood pressure cuff*, sensor untuk memonitori kecepatan dan kekuatan rata-rata tekanan darah.
6. *Movement and motion sensors*, sensor untuk memonitori gerakan tubuh.



Gambar 2. Sensor dalam poligraf

Sumber: <http://centralpolygraph.com/wp-content/uploads/2014/12/Central-Polygraph-Service-How-Polygraph-Works.jpg>

Sensor-sensor tersebut disalurkan ke komputer untuk mendapat grafik yang merepresentasikan perubahan-perubahan fisiologi.



Gambar 3. Grafik poligraf

Sumber: <https://andybalmer.files.wordpress.com/2014/01/polygraph-chart1.png>

Akan tetapi, mesin poligraf ini memiliki tingkat akurasi yang kurang sempurna. Menurut yang kontra dengan alat ini, diklaim bahwa tingkat akurasinya hanya 70%<sup>4</sup>, sedangkan Asosiasi Poligraf Amerika mengklaim akurasinya mencapai 90%<sup>5</sup>.

### III. ANALISIS

#### A. Kelemahan poligraf

Poligraf lemah dari sisi analisis konten. Poligraf lebih banyak menggantungkan keputusan pada hasil tes perubahan fisiologi, yang padahal perubahan-perubahan itu tidak serta merta hanya dipengaruhi oleh kebohongan target. Perubahan-perubahan tersebut dapat dipengaruhi oleh kondisi target yang gugup, panik, atau hal lain yang tidak berhubungan dengan kebohongan. Selain itu, dapat juga dipengaruhi oleh kondisi sensor yang bisa jadi tidak akurat. Bahkan, ada klaim bahwa poligraf tidak bekerja secara ilmiah dan tidak ada bukti yang kuat, meski seperti pada dasar teori, Asosiasi Poligraf Amerika mengklaim akurasinya dapat mencapai 90%, bahkan 98% untuk *Guilty Knowledge Test* (GKT).

#### B. Penggunaan Teori Logika

Oleh karena kelemahan poligraf berada pada sisi konten, pengembangan ke depannya seharusnya memperhatikan konten jawaban secara lebih baik. Hal tersebut dapat dilakukan mengimplementasikan teori logika dan pohon keputusan. Teori logika digunakan untuk menganalisis sah atau tidaknya jawaban yang diberikan target. Sedangkan pohon keputusan berguna untuk merepresentasikan struktur jawaban target ketika ditanya. Teori-teori yang digunakan meliputi kaidah-kaidah inferensi, seperti modus ponens, modus tollens, silogisme, termasuk pengecekan kesahan kesimpulan melalui metode validitas (*validity*), unsatisfiability, dan penggunaan tabel kebenaran. Penggunaan teori logika ini tak ubahnya seperti menanamkan kecerdasan buatan pada komputer. Pemanfaatan teori logika dalam poligraf penulis sebut dengan *Logical Polygraph*.

### C. Aplikasi

Berikut ini akan penulis jelaskan bagaimana gambaran umum pemanfaatan teori logika dalam mesin poligraf.

#### 1. Persiapan

Sebelum memulai tes, komputer harus sudah mengenal hukum-hukum logika. Salah satu cara yang dapat ditempuh adalah dengan menanamkan program PROLOG (*compiler* pemrograman paradigma deklaratif). Dalam komputer canggih yang ada sekarang ini, fitur *speech recognition* juga dapat digunakan untuk mengetahui apa yang dikatakan target.

#### 2. Tahap tes

Tes dilakukan dalam beberapa tahap.

- Tahap pertama adalah tahap pengenalan suara. Komputer menampilkan beberapa teks yang mengandung seluruh hukum logika. Ini bertujuan untuk menghindari kemungkinan kesalahan dikte.
- Tahap pengetesan  
Seluruh komponen poligraf telah dipasang ke tubuh target. Kemudian, target diberikan sejumlah pertanyaan. Jenis pertanyaan yang diajukan dapat dibuat dua jenis. *Pertama*, pertanyaan yang jawabannya hanya 'ya' atau 'tidak'. Jenis pertanyaan ini akan menjadi fakta-fakta dasar komputer untuk jawaban yang bersifat majemuk selanjutnya. *Kedua*, pertanyaan yang merupakan turunan dari pertanyaan-pertanyaan jenis pertama. Jawaban pertanyaan kedua ini tetap 'ya' atau 'tidak'. Contoh pertanyaan dan jawaban pada sesi ini adalah sebagai berikut.

*Pertanyaan jenis pertama:*

Apakah Anda terlibat dalam tindak kejahatan tersebut?

Jawaban : tidak.

Apakah Anda melihat kejadian tersebut?

Jawaban : ya.

Apakah Anda mengetahui siapa pelaku kejahatan tersebut?

Jawaban : ya.

Apakah Anda berteman dengannya?

Jawaban : ya.

dan seterusnya.

Komputer merekam seluruh jawaban ini dan menjadikannya fakta untuk pertanyaan-pertanyaan selanjutnya. Poligraf juga mencatat seluruh perubahan aktivitas fisiologi yang timbul ketika target menjawab pertanyaan-pertanyaan ini.

*Pertanyaan jenis kedua:*

Menurut Anda, apakah seorang teman akan selalu setia terhadap temannya?

Jawaban : ya

Jika seorang teman akan selalu setia, dapatkah ia meninggalkan temannya dalam suatu kejadian?

Jawaban : tidak

#### 3. Tahap analisis

Fakta-fakta yang diperoleh dari tes tahap kedua dianalisis oleh komputer, sebagai berikut.

Fakta 1

Target tidak terlibat dalam aksi kejahatan.

terjemahan :  $p$

Fakta 2

Target melihat kejadian.

terjemahan :  $q$

Fakta 3

Target mengetahui pelakunya.

terjemahan :  $r$

Fakta 4

Target berteman dengan pelaku

terjemahan :  $s$

Pernyataan 1

Seorang teman akan selalu setia terhadap temannya.

terjemahan :  $s \rightarrow t$

Pernyataan 2

Seseorang yang setia kepada temannya tidak akan meninggalkan temannya.

terjemahan :  $t \rightarrow \sim u$

Kesimpulan

Kesimpulan ini adalah kesimpulan yang seharusnya. Saat target ditangkap, target diketahui meninggalkan pelaku kejahatan.

terjemahan :  $u$

Dari fakta-fakta dan pernyataan-pernyataan di atas, dianalisis apakah kesimpulan valid atau tidak. Jika valid, artinya target tidak berbohong. Jika tidak valid, berarti target telah berbohong.

*Premis 1 :  $p$*

*Premis 2 :  $q$*

*Premis 3 :  $r$*

*Premis 4 :  $s$*

*Premis 5 :  $s \rightarrow t$*

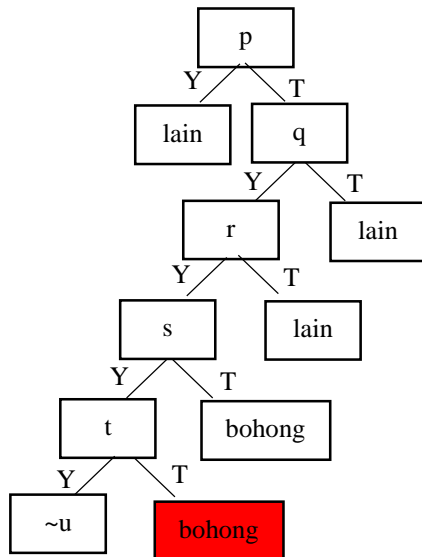
*Premis 6 :  $t \rightarrow \sim u$*

---

*Kesimpulan :  $u$*

Dengan metode modus ponens dan silogisme hipotetis, dapat disimpulkan bahwa kesimpulan tidak valid. Seharusnya, target tidak meninggalkan pelaku karena ia adalah temannya. Akan tetapi, faktanya adalah target meninggalkan pelaku. Ini artinya, target telah berbohong.

Representasi dalam pohon keputusan



Dari kedua representasi di atas, yaitu teori logika dan pohon keputusan, diperoleh kesimpulan bahwa target berbohong. Hasil ini kemudian dicocokkan dengan hasil analisis perubahan fisiologi yang diperoleh poligraf.

#### IV. KESIMPULAN

Teori logika dan pohon keputusan dapat ditanamkan pada poligraf. Sehingga, poligraf tidak hanya bergantung pada hasil uji fisiologis yang sifatnya dapat salah karena berbagai alasan, tetapi juga ada bukti analisis konten. Penanaman kedua konsep ini akan memberikan hasil yang lebih akurat.

#### V. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis panjatkan puji syukur ke hadirat Allah subhanahu wata'ala yang telah memberikan kemudahan dalam menyusun makalah ini. Penulis juga berterima kasih kepada Bapak Rinaldi Munir yang telah membimbing saya dalam mata kuliah Matematika Diskrit selama satu semester ini, terutama mengenai teori logika dan pohon yang menjadi dasar penyusunan makalah ini.

#### REFERENSI

- [1] Rinaldi Munir, *Diktat Kuliah IF2120 Matematika Diskrit*. Bandung: Program Studi Teknik Informatika Sekolah Teknik Elektro dan Informatika Institut Teknologi Bandung, 2006, Bab 1 dan Bab 9.
- [2] Polygraph – lie detector – The Skeptic's Dictionary, <http://skeptdic.com/polygrap.html>, diakses tanggal 7 Desember 2015.
- [3] ILPE: FAQs – polygraph, lie detector, polygraph examiner, Europe, Ukraine, [http://www.theilpe.com/faq\\_eng.html](http://www.theilpe.com/faq_eng.html), diakses tanggal 7 Desember 2015.
- [4] Polygraph accurate but not foolproof, <http://abcnews.go.com/US/story?id=92847&page=1>, diakses tanggal 8 Desember 2015.

- [5] What's Most Accurate Lie Detector? It's not what you think | Russ Warner, <http://www.huffingtonpost.com/russ-warner/whats-the-most-accurate-lie-detector.html>, diakses tanggal 8 Desember 2015.
- [6] <http://centralpolygraph.com>, diakses 8 Desember 2015.

#### PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa makalah yang saya tulis ini adalah tulisan saya sendiri, bukan saduran, atau terjemahan dari makalah orang lain, dan bukan plagiasi.

Bandung, 8 Desember 2015

Ikhwanul Muslimin  
13514020