

METODE BAYESIAN NETWORK UNTUK MENETUKAN PROBABILITAS TERDAMPAK PENYAKIT KANKER PAYUDARA

Ino Suryana¹⁾, Mira Suryani²⁾, Erick Paulus³⁾, Rudi Rosadi⁴⁾,
dan Dewi Syahfitri⁵⁾

¹⁾ Dept. Ilmu Komputer Universitas Padjadjaran, Jatinangor; ino.suryana@unpad.ac.id

²⁾ Dept. Ilmu Komputer Universitas Padjadjaran, Jatinangor; mira.suryana@unpad.ac.id

³⁾ Dept. Ilmu Komputer Universitas Padjadjaran, Jatinangor; erick.paulus@unpad.ac.id

⁴⁾ Dept. Ilmu Komputer Universitas Padjadjaran, Jatinangor; rudi.rosadi@unpad.ac.id

⁵⁾ Dept. Matematika Universitas Padjadjaran, Jatinangor; dewisyahfitri.ds@gmail.com

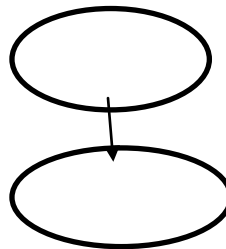
Abstrak

Bayesian network adalah “graphical model for probabilistic relationships among a set of variabels”. *Bayesian network* merupakan salah satu *probabilistic graphical model* (PGM) yang sederhana yang dibangun dari teori probabilitas dan teori graf. Teori probabilitas berhubungan langsung dengan data sedangkan teori graf berhubungan langsung dengan bentuk representasi yang ingin didapatkan. *Bayesian network* dapat melakukan pengambilan keputusan (inferensi) probabilitas. Inferensi probabilitas dapat dilakukan jika terlebih dahulu diperoleh *joint probability distribution* (JPD) dari semua variabel yang dimodelkan. Kanker atau neoplasma merupakan suatu penyakit akibat adanya pertumbuhan yang abnormal dari sel-sel jaringan tubuh yang dapat mengakibatkan invasi ke jaringan-jaringan normal. Kanker payudara (*Carcinoma mammae*) merupakan tumor ganas yang tumbuh di dalam jaringan payudara. Kanker dapat tumbuh di dalam kelenjar susu, saluran susu, jaringan lemak, maupun jaringan ikat pada payudara. Terdapat faktor-faktor yang berhubungan dengan peningkatan resiko atau kemungkinan untuk terjadinya kanker payudara, dan gejala klinis yang biasa ditemukan pada penderita. Menghitung nilai probabilitas akhir (inferensi probabilitas) untuk melihat berapa besar nilai kemungkinan berpenyakit kanker payudara berdasarkan nilai-nilai dari gejala tersebut dihitung menggunakan metoda *Bayesian network*.

Kata Kunci: *Bayesian network, probabilitas, teori graf, kanker payudara.*

1. Pendahuluan

Bayesian network [Heckerman, David. 1995] adalah “*graphical model for probabilistic relationships among a set of variables*”. *Bayesian network* merupakan salah satu *probabilistic graphical model* (PGM) yang sederhana yang dibangun dari teori probabilitas dan teori graf. Teori probabilitas berhubungan langsung dengan data sedangkan teori graf berhubungan langsung dengan bentuk representasi yang ingin didapatkan. Menurut Neapolitan[Ginting, S. L. 2008], *bayesian network* dapat merepresentasikan hubungan sebab akibat diantara variabel-variabel yang terdapat pada struktur *bayesian network*. Gambar 1, sebuah *bayesian network* dapat mewakili hubungan probabilistik antara penyakit dan gejala. *Bayesian network* dapat digunakan untuk menghitung probabilitas dari kehadiran berbagai gejala penyakit.



Gambar 1. Graf berarah dengan *node* gejala dan penyakit

Kanker atau neoplasma merupakan suatu penyakit akibat adanya pertumbuhan yang abnormal dari sel-sel jaringan tubuh yang dapat mengakibatkan invasi ke jaringan-jaringan normal. Kanker dapat menyebar pada bagian tubuh tertentu seperti payudara[Smeltzer, S. 2002].

Kanker payudara (*Carcinoma mammae*) merupakan tumor ganas yang tumbuh di dalam jaringan payudara. Kanker dapat tumbuh di dalam kelenjar susu, saluran susu, jaringan lemak, maupun jaringan ikat pada payudara[Sjamsuhidajat, R, dan De Jong, W. 2004].

Kanker payudara yang mempunyai prevalensi cukup tinggi. Di Indonesia, menurut Sistem Informasi Rumah Sakit (SIRS), pada tahun 2008 jumlah pasien rawat inap yang mengidap penyakit kanker payudara di seluruh rumah sakit di Indonesia adalah 18,4% (detikHealth – Rabu, 18 April 2012).

2. Metode Bayesian Network

Bayesian network merupakan *probabilistic graphical model* (PGM) dengan *edge* berarah yang digunakan untuk merepresentasikan pengetahuan tentang hubungan ketergantungan atau kebebasan diantara variabel-variabel domain persoalan yang dimodelkan. Pengetahuan tersebut direpresentasikan secara kualitatif menggunakan struktur graf dan secara kuantitatif menggunakan parameter-parameter numerik. *Bayesian network* terdiri dari dua bagian utama, yaitu :

2.1 Struktur Graf

Menurut Buntine[Ginting, S. L. 2008], struktur graf *bayesian network* disebut dengan *directed acyclic graph* (DAG) yaitu graf berarah yang tidak mengandung siklus. DAG terdiri dari *node* dan *edge*. *Node* merepresentasikan variabel acak dan *edge* merepresentasikan hubungan kebergantungan langsung (dapat pula diinterpretasikan sebagai pengaruh (sebab-akibat) langsung antara variabel yang dihubungkannya.

2.2 Himpunan Parameter

Himpunan parameter mendefinisikan distribusi probabilitas kondisional untuk setiap variabel. Pada *bayesian network*, *node-node* berkorespondensi dengan variabel acak. Tiap *node* diasosiasikan dengan sekumpulan peluang bersyarat, $P(X_i|A_i)$ dimana X_i adalah variabel yang diasosiasikan dengan *node* dan A_i adalah set dari parent dalam graf.

Dalam membangun *bayesian network*, struktur dibangun dengan pendekatan statistik yang dikenal dengan teorema *bayes* yaitu *conditional probability* (peluang bersyarat). *Conditional probability* yaitu peluang suatu kejadian Y bila diketahui kejadian X telah terjadi, dinotasikan dengan $P(Y|X)$. Dalam kaitan penyakit kanker payudara, X adalah gejala penyakit kanker payudara dan Y adalah penyakit kanker payudara. Rumus teorema *bayes* pada persamaan 1.

$$P(Y_i|X) = \frac{P(Y \cap X_i)}{P(X)} = \frac{P(X|Y_i)P(Y_i)}{\sum_{i=1}^k P(X|Y_i)P(Y_i)} \quad (1)$$

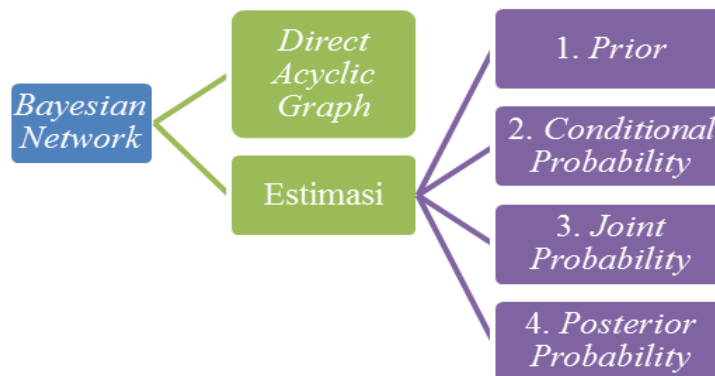
Bayesian network dapat melakukan pengambilan keputusan (inferensi) probabilistik. Inferensi probabilistik adalah memprediksi nilai variabel yang tidak dapat diketahui secara langsung dengan menggunakan nilai-nilai variabel lain yang telah diketahui. Inferensi probabilistik dapat dilakukan jika terlebih dahulu diperoleh *joint probability distribution* (JPD) dari semua variabel yang dimodelkan [Krause, P. J. 1998]. JPD adalah probabilitas semua kejadian variabel yang terjadi secara bersamaan.

Inferensi probabilistik dapat dilakukan jika *bayesian network* telah dibangun. Dalam kasus ini, hubungan antar variabel dan probabilitas nilai-nilai variabel belum diketahui, oleh karena itu *bayesian network* dibangun berdasarkan data kejadian, disebut konstruksi *bayesian network*. Ada dua tahap mengonstruksi *bayesian network*, yaitu :

1. Konstruksi struktur (tahap kualitatif), yaitu mencari keterhubungan antara variabel-variabel yang dimodelkan.
2. Estimasi parameter (tahap kuantitatif), yaitu menghitung nilai-nilai probabilitas.

2.3 Membangun Bayesian Network

Menurut [Ginting, S. L. 2008] membangun *bayesian network* dibagi dalam dua tahap, lihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Bagan Metode *Bayesian Network*

a. Konstruksi Struktur

Struktur *bayesian network* adalah *direct acyclic graph* yang dapat merepresentasikan sebuah pola dari sekumpulan data. Representasinya

berbentuk graf yang dilakukan dengan mengidentifikasi konsep-konsep informasi yang relevan terhadap masalah.

b. Estimasi Parameter

Setelah struktur *bayesian network* terbentuk, parameter (*prior probability*) dan hubungan ketergantungan antara *node* (*conditional probability*) sudah ditentukan berdasar pengetahuan pakar, maka dapat dihitung *joint probability distribution*. Setelah *joint probability distribution* didapat, selanjutnya dihitung *posterior probability*.

3. Kanker Payudara

Kanker payudara (*Carcinoma mammae*) merupakan tumor ganas yang tumbuh di dalam jaringan payudara. Kanker dapat tumbuh di dalam kelenjar susu, saluran susu, jaringan lemak, maupun jaringan ikat pada payudara[Rasjidi, Imam, dan Hartanto, Andree. 2009].

3.1. Faktor Resiko Penyakit Kanker Payudara

Banyak penelitian yang menunjukkan adanya beberapa faktor yang berhubungan dengan peningkatan resiko atau kemungkinan untuk terjadinya kanker payudara. Faktor-faktor resiko tersebut[Muchlis, R. 2005]:

- a. Jenis kelamin. Berdasarkan penelitian, wanita lebih beresiko menderita kanker payudara daripada pria.
- b. Faktor usia, resiko kanker payudara meningkat seiring dengan pertambahan usia. Kejadian puncak kanker payudara terjadi pada usia 40 – 50 tahun.
- c. Riwayat dalam keluarga, ada yang menderita kanker payudara.
- d. Riwayat adanya tumor jinak payudara sebelumnya.
- e. Faktor genetik, bila terdapat mutasi gen BRCA1 dan BRCA2, yaitu gen suseptibilitas kanker payudara, maka probabilitas untuk terjadi kanker payudara adalah sebesar 80%.
- f. Faktor hormonal, kadar hormon estrogen yang tinggi selama masa reproduktif, terutama jika tidak diselingi perubahan hormon pada saat kehamilan.

- g. Usia menarche (haid pertama) yang terlalu muda.
- h. Usia menopause yang terlambat.
- i. Usia pada saat kehamilan pertama >30 tahun.
- j. Nulipara/belum pernah melahirkan.
- k. Tidak pernah menyusui.
- l. Pemakaian kontrasepsi oral dalam waktu lama, diet tinggi lemak, alkohol, dan obesitas.

3.2. Gejala Penyakit Kanker Payudara

Gejala klinis yang biasa ditemukan pada penderita penyakit kanker payudara antara lain[Muchlis, R. 2005]:

- a. Timbul benjolan pada payudara yang dapat diraba dengan tangan, makin lama benjolan ini makin mengeras dan bentuknya tidak beraturan.
- b. Saat benjolan mulai membesar, barulah menimbulkan rasa sakit (nyeri) saat payudara ditekan karena terbentuk penebalan pada kulit payudara.
- c. Bentuk, ukuran atau berat salah satu payudara berubah karena terjadi pembengkakan.
- d. Pembesaran kelenjar getah bening di ketiak atau timbul benjolan kecil di bawah ketiak.
- e. Kulit payudara tertarik ke dalam.
- f. Kulit payudara kemerahan atau meradang.
- g. Bentuk atau arah puting berubah, misalnya puting susu tertarik ke dalam dan yang tadinya berwarna merah muda dan akhirnya menjadi kecoklatan.
- h. Keluar darah, nanah, atau cairan encer dari puting susu pada wanita yang sedang tidak hamil.
- i. Luka pada payudara sudah lama tidak sembuh walaupun sudah diobati.
- j. Kulit payudara mengerut seperti gambaran kulit jeruk (*peau d'orange*).

Gejala kanker payudara pada pria sama seperti kanker payudara yang dialami wanita, mulanya hanya benjolan. Bila stadium kanker sudah lanjut, ada perubahan pada puting dan daerah hitam disekitar puting. Kulit putingnya bertambah merah, mengerut, tertarik ke dalam, atau puting mengeluarkan cairan.

4. Cara Kerja *Bayesian Network*

Menurut Eliezer S. Yudkowsky [<http://yudkowsky.net/rational/bayes>], untuk memberikan gambaran bagaimana cara kerja *bayesian network*, perhatikan kasus berikut. 1% dari wanita berusia diatas 40 tahun mengidap kanker payudara. 80% dari wanita pengidap kanker payudara tersebut, mempunyai hasil positif pada tes mamografi. 9.6% dari wanita yang tidak mengidap kanker juga menunjukkan hasil positif pada tes mamografi. Berapakah kemungkinan wanita diatas 40 tahun dengan hasil tes mamografi positif, akan mengidap kanker payudara P (kanker payudara | tes mamografi positif)?

Pertama, menentukan kemungkinan kanker payudara pada wanita berusia diatas 40 tahun. Berdasarkan kasus di atas 1% dari wanita berusia diatas 40 tahun mengidap kanker payudara, maka *prior probability* kanker *present* adalah 0.01 dan kanker *absent* adalah 0.99. Setelah diketahui *prior probability*, langkah berikutnya menentukan *conditional probability* antara kanker payudara dan tes mamografi. Jika kanker *present*, maka *conditional probability* hasil tes mamografi positif adalah 0.8 (80%), dan jika kanker payudara *absent* maka *conditional probabilitynya* adalah 0.096 (9.6%). *Conditional probability* tersebut dibuat dalam table, disebut tabel *conditional probability* (Tabel 1).

Tabel 1. *Conditional Probability* Kanker Payudara

Test Mamografi	Kanker Payudara	
	Present	Absent
Positif	0.8	0.096
Negatif	0.2	0.904

Nilai *joint probability distribution*, diperoleh dengan mengalikan *conditional probability* dan *prior probability* (Tabel 2).

Tabel 2. *Joint Probability* Kanker Payudara

Test	Kanker Payudara	
Mamografi	Present	Absent
Positif	$0.01 \times 0.8 = 0.008$	$0.99 \times 0.096 = 0.09504$
Negatif	$0.01 \times 0.2 = 0.002$	$0.99 \times 0.904 = 0.89496$

Tabel 3. *Posterior Probability* Kanker Payudara

Test	Kanker Payudara	
Mamografi	Present	Absent
Positif	0.07764	0.92236
Negatif	0.00223	0.99777

Dari *joint probability distribution* (Tabel 2), nilai *posterior probability* dari kemungkinan P (kanker payudara | hasil tes mamografi positif) sebesar 0.07764 (7.764%), ada pada tabel 3.

5. Penerapan *Bayesian Network*

Bayesian network merupakan metode yang digunakan untuk menyimpulkan dalam sistem pakar diagnosis penyakit kanker payudara. Langkah-langkah untuk menerapkan *bayesian network*, yaitu:

a. Membangun struktur *bayesian network* penyakit kanker payudara

Struktur *bayesian network* dapat digambarkan berdasarkan data gejala dan data penyakit yang diperoleh dari proses akuisisi pengetahuan ataupun pakar yang ahli dalam bidangnya. Struktur *bayesian network* penyakit kanker payudara ada pada Gambar 3.

b. Menentukan Parameter

Setelah struktur *bayesian network* penyakit kanker payudara terbentuk, langkah selanjutnya menentukan nilai *prior probability* dari setiap gejala. *Prior probability* digunakan ketika tidak ada informasi lain yang dapat

digunakan untuk melihat kemungkinan *event* terjadi. Tetapi bila informasi baru diketahui, maka probabilitas yang baru harus diperhatikan. *Prior Probability* dari setiap gejala penyakit kanker payudara pada tabel 4.

c. Membuat *conditional probability table* (CPT)

Conditional probability adalah probabilitas suatu kejadian B terjadi apabila kejadian A sudah terjadi, disebut *conditional probability table*. *Conditional probability* dihitung menggunakan persamaan 2.

$$P(X|Y) = \frac{P(X \cap Y)}{P(Y)} \quad (2)$$

Keterangan :

- $P(X|Y)$: Probabilitas besar gejala apabila menderita kanker payudara (*conditional probability*)
- $P(X \cap Y)$: Probabilitas besar gejala dan penyakit kanker payudara
- $P(Y)$: Probabilitas menderita penyakit kanker payudara



Gambar 3. Struktur *Bayesian Network* Penyakit Kanker Payudara

Tabel 4. *Prior Probability* Gejala Penyakit Kanker Payudara

No.	Kode Gejala	Nama Gejala	Nilai
1	G01	Benjolan di payudara	0.2627
2	G02	Nyeri pada payudara	0.2020
3	G03	Keluar cairan dari puting susu	0.1393

4	G04	Puting susu ketarik ke dalam	0.0587
5	G05	Kemerahan pada payudara dan disekitar puting susu	0.1113
6	G06	Tertariknya kulit payudara	0.0527
7	G07	Kulit payudara mengerut (<i>peau d'orange</i>)	0.0667
8	G08	Luka pada payudara	0.0580

Sumber : Rumah Sakit Haji Medan, Tahun 2007-2011

Conditional probability table dari penyakit kanker payudara terhadap gejala kanker payudara pada tabel 5.

d. Membuat *joint probability distribution* (JPD)

Joint probability distribution (JPD) adalah probabilitas semua kejadian yang terjadi secara bersamaan. *Joint probability distribution* dari suatu variabel X dan Y adalah sebuah tabel yang berisi probabilitas untuk setiap nilai X dan Y yang terjadi. Dinotasikan $P(X \cap Y)$, dalam persamaan 3.

$$P(X \cap Y) = P(X|Y)P(Y) \quad (3)$$

Keterangan :

- $P(X \cap Y)$: Probabilitas besar gejala dan penyakit kanker payudara (*joint probability*)
- $P(X|Y)$: Probabilitas besar gejala apabila menderita kanker payudara (*conditional probability*)
- $P(Y)$: Probabilitas menderita penyakit kanker payudara (*prior probability*)

Nilai *joint probability distribution* dari setiap gejala penyakit kanker payudara dapat dihitung dari data tabel 4 dan tabel 5, hasilnya pada tabel 6.

Tabel 5. *Condotional Probability Table* Gejala Penyakit Kanker Payudara

No.	Nama Gejala	Kanker Payudara	
		Present	Absent
1	Benjolan pada payudara	Present	0.3239
		Absent	0.2384
2	Nyeri pada payudara	Present	0.2230
		Absent	0.1937
3	Keluar cairan dari putting susu	Present	0.2089
		Absent	0.1117
4	Putting susu tertarik kedalam	Present	0.2066
		Absent	0
5	Kemerahan pada payudara dan sekitar puting susu	Present	0.2066
		Absent	0.7934
6	Tertariknya kulit payudara	Present	0.1620
		Absent	0.0912
7	<i>Peau d'orange</i>	Present	0.8380
		Absent	0.9088
8	Luka pada payudara	Present	0.1854
		Absent	0

Sumber : Rumah Sakit Haji Medan, Tahun 2007-2011

Keterangan :

- Present – Present : mengalami gejala dan menderita penyakit kanker payudara.
- Present – Absent : mengalami gejala dan tidak menderita penyakit kanker payudara.
- Absent – Present : tidak mengalami gejala dan menderita penyakit kanker payudara.
- Absent – Absent : tidak mengalami gejala dan tidak menderita penyakit kanker payudara.

Tabel 6. *Joint Probability Distribution* Gejala Penyakit Kanker Payudara

No.	Nama Gejala	Kanker Payudara		
			Present	Absent
1	Benjolan pada payudara	Present	0.0851	0.1758
		Absent	0.1776	0.5616
2	Nyeri pada payudara	Present	0.0450	0.1545
		Absent	0.1570	0.6435
3	Keluar cairan dari puting susu	Present	0.0291	0.0962
		Absent	0.1102	0.7645
4	Puting susu tertarik kedalam	Present	0.0121	0
		Absent	0.0465	0.9413
5	Kemerahan pada payudara dan sekitar puting susu	Present	0.0180	0.0811
		Absent	0.0933	0.8076
6	Tertariknya kulit payudara	Present	0.0098	0
		Absent	0.0429	0.9473
7	<i>Peau d'orange</i>	Present	0.0139	0.0096
		Absent	0.0527	0.9238
8	Luka pada payudara	Present	0.0106	0.0079
		Absent	0.0474	0.9341

Sumber : Rumah Sakit Haji Medan, Tahun 2007-2011

e. Menghitung *Posterior Probability*

Posterior probability adalah probabilitas yang direvisi (diperbaiki) dengan memanfaatkan informasi tambahan. Nilai *posterior probability* dihitung dari hasil *joint probability distribution* yang telah diperoleh. Nilai ini digunakan untuk menghitung nilai probabilitas kemunculan suatu gejala. *Posterior probability* dihitung menggunakan persamaan 4.

$$P(Y|X) = \frac{P(X \cap Y)}{P(X)} = \frac{P(X|Y)P(Y)}{P(X|Y)P(Y) + P(X|Y^c)P(Y^c)} \quad (4)$$

Keterangan :

- $P(X \cap Y)$: Probabilitas besar gejala dan penyakit kanker payudara (*joint probability*)
- $P(X|Y)$: Probabilitas besar gejala apabila menderita kanker payudara (*conditional probability*)
- $P(X|Y^c)$: Probabilitas besar gejala apabila tidak menderita kanker payudara
- $P(Y)$: Probabilitas menderita penyakit kanker payudara (*prior probability*)
- $P(Y^c)$: Probabilitas tidak menderita penyakit kanker payudara
- $P(X)$: Probabilitas besar gejala kanker payudara

Nilai *posterior probability* dari setiap gejala penyakit kanker payudara ada pada tabel 7.

Tabel 7. *Posterior Probability* Gejala Penyakit Kanker Payudara

No	Kode Gejala	Nama Gejala	Nilai
1	G01	Benjolan di payudara	0.3262
2	G02	Nyeri pada payudara	0.2257
3	G03	Keluar cairan pada puting susu	0.2324
4	G04	Puting susu tertarik ke dalam	1
5	G05	Kemerahan pada payudara dan disekitar puting susu	0.1819
6	G06	Tertariknya kulit payudara	1
7	G07	Kulit payudara mengerut (<i>peau d'orange</i>)	0.5930
8	G08	Luka pada payudara	0.5736

Sumber : Rumah Sakit Haji Medan, Tahun 2007-2011

f. Inferensi Probabilistik

Inferensi probabilistik dihitung menggunakan persamaan 5.

$$\text{Inferensi Probabilistik} = \frac{\sum_{i=1}^n P(Y|X_i)}{n} \quad (5)$$

Keterangan :

- $P(Y|X_i)$: Posterior probability gejala ke-i penyakit kanker payudara
- n : Jumlah gejala yang dialami user

Untuk memberikan gambaran inferensi probabilistik, perhatikan kasus berikut :

Misalkan pasien mengalami gejala benjolan pada payudara (G01), kemerahan di sekitar puting susu (G05), dan luka pada payudara (G08). Berapa inferensi probabilitas pasien tersebut mengidap penyakit kanker payudara (K)? Untuk menghitung probabilitas tersebut, data yang dibutuhkan adalah *posterior probability* dari masing-masing gejala yang dialami, ada pada tabel 7.

$$\begin{aligned} \text{Inferensi Probabilistik} &= \frac{\sum_{i=1}^n P(Y|X_i)}{n} = \frac{\sum_{i=1}^3 P(Y|X_i)}{3} \\ &= \frac{P(Y|X_1) + P(Y|X_2) + P(Y|X_3)}{3} \\ &= \frac{P(Y|G01) + P(Y|G05) + P(Y|G06)}{3} \\ &= \frac{0,3262 + 0,1819 + 0,5736}{3} = 0,3606 \end{aligned}$$

Jadi, probabilitas pasien tersebut terdampak mengidap kanker payudara sebesar 0.3606 (36,06%).

6. Simpulan dan Saran (12 pt, bolt)

Dari pembahasan di atas, disimpulkan :

1. Diagnosis penyakit kanker payudara menggunakan metode *bayesian*

network dianggap dapat mendiagnosis penyakit kanker payudara, karena dapat memberikan hasil diagnosis dengan nilai probabilitasnya.

2. Untuk dapat menghasilkan nilai probabilitas penyakit kanker payudara dilakukan melalui enam tahap, yaitu membangun struktur *bayesian network*, menentukan Parameter, membuat *conditional probability table* (CPT), membuat *joint probability distribution* (JPD), menghitung *Posterior Probability*, inferensi Probabilistik.

Saran untuk selanjutnya metoda *bayesian network* dapat dikembangkan menjadi metode untuk penyelesaian masalah yang lebih kompleks.

7. Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kami, tim peneliti, sampaikan pada program penelitian Hibah Internal Universitas Padjadjaran dalam skema Riset Fundamental Unpad atas bantuannya sehingga penelitian ini dapat berlangsung dan diseminasikan. Riset ini juga dimanfaatkan untuk perkuliahan di Departemen Ilmu Komputer dalam mendukung pemahaman teori dan aplikasi Statistik dan Kecerdasan Buatan.

Daftar Pustaka

- Ginting, S. L. 2008. *Evaluasi Algoritma Cb* Untuk Kontruksi Struktur Bayesian Network Dalam Data Mining*. Tesis Tidak Terpublikasi. Bandung : Institut Teknologi Bandung.
- Heckerman, David. 1995. *A Tutorial with Bayesian Network*. [Online]. <http://research.microsoft.com/apps/pubs/default.aspx?id=69588>. Diakses tanggal 3 Maret 2012.
- Krause, P. J. 1998. *Learning Probabilistic Networks*. United Kingdom : Philips Research Laboratories.
- Muchlis, R. 2005. *Deteksi Dini Kanker*. Jakarta : Balai Penerbit FK UI.

- Rasjidi, Imam, dan Hartanto, Andree. 2009. Kanker Payudara. Dalam Rasjidi (Ed.), *Deteksi Dini dan Pencegahan Kanker Pada Wanita* (hlm. 51-91). Jakarta : Sagung Seto.
- Sjamsuhidajat, R, dan De Jong, W. 2004. Neoplasia. Dalam Sjamsuhidajat, R, dan De Jong, W (Ed.), *Buku Ajar Ilmu Bedah* (hlm. 131 dan 138). Jakarta : EGC.
- Smeltzer, S. 2002. *Buku Ajar Keperawatan Medikal Bedah*. Jakarta.