



# Sistem Prediksi Risiko Stunting Menggunakan *Bayesian Network* Berbasis GIS

Rusina Widha Febriana<sup>1\*</sup>, Endang Setyati<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Sains Dan Teknologi, Sistem Informasi, Universitas Anwar Medika, Sidoarjo, Indonesia

<sup>2</sup>Fakultas Sains Dan Teknologi, Magister Teknologi Informasi, Institut Sains Dan Teknologi Terpadu Surabaya, Surabaya, Indonesia

Email: <sup>1\*</sup>[widha.ennvil@gmail.com](mailto:widha.ennvil@gmail.com), <sup>2</sup>[endang@stts.edu](mailto:endang@stts.edu)

Email Penulis Korespondensi: [widha.ennvil@gmail.com](mailto:widha.ennvil@gmail.com)

Diterima Redaksi: 30/10/2022

Selesai Revisi: 26/11/2022

Diterbitkan: 30/11/2022

**Abstrak**—Permasalahan anak stunting dalam bahasa Indonesia disebut kerdil merupakan satu diantara kasus gizi yang diperangi dunia. Stunting diartikan gizi kronis, diakibatkan oleh konsumsi pokok yang tidak sesuai dengan kebutuhan gizi. Negara Indonesia memiliki komitmen tinggi dalam upaya antisipasi stunting agar anak Indonesia dapat tumbuh serta berkembang secara optimal serta mampu berinovasi dan berkompetisi di tingkat global. Upaya itu ditunjukkan melalui Strategi Nasional Percepatan Pencegahan Stunting atau yang dikenal dengan istilah Stranas Stunting yang dilaksanakan tahun 2018 – 2024. Sistem prediksi dikembangkan untuk dapat mengidentifikasi faktor-faktor pendukung stunting sehingga dapat memberikan informasi yang akurat. Sistem juga menampilkan informasi dalam bentuk peta, untuk mempermudah melakukan analisis secara keruangan. Data spasial ditampilkan menggunakan SIG (Sistem Informasi Geografis) dalam bahasa Inggris disebut GIS (Geographic Information System). Hasil dari penelitian adalah 75% anak tumbuh dengan normal sedangkan 25% lainnya diperkirakan menderita stunting. Faktor dominan yang mempengaruhi stunting adalah 57% anak dengan antropometri pendek, 51% anak tidak memperoleh ASI eksklusif, 66% pengetahuan ibu seputar gizi kurang cakap, 69% cara asuh dari ibu sendiri, 80% ibu hamil dengan pola makan <3x, 99% ibu hamil tidak terinfeksi penyakit, dan 54% ibu hamil dengan antropometri <LiLA.

**Kata Kunci:** Bayesian Network, Gizi, GIS, Prediksi Risiko, Stunting

**Abstract**—Stunting is one of the nutritional issues faced in the world. Stunting is a chronic nutritional problem caused by food intake that does not suit nutritional needs. Indonesia has a high commitment to stunting prevention efforts so that Indonesian children can grow and develop optimally and innovate and compete at the global level. The effort was demonstrated through the National Strategy of accelerating Stunting Prevention, known as Stranas Stunting, implemented in 2018 – 2024. The system was developed to be able to identify stunting supporting factors so that it can provide accurate information. And the system also displays data in the form of maps, to make it easier to perform analysis in a room. Spatial data is displayed using GIS (Geographic Information System). The study's result was that 75% of children grew up normally, while the other 25% predicted to suffer from stunting. The dominant factor affecting stunting is 57% of children with short anthropometry, 51% of children who do not get exclusive breast milk, 66% of mothers' knowledge of nutrition is not good, 69% of foster care patterns by mothers themselves, 80% of pregnant women with a diet less than three times, 99% of pregnant women not infected with the disease, and 54% of pregnant women with anthropometry less than mid-upper arm circumference (MUAC).

**Keywords:** Bayesian Network; GIS; Nutrition; Risk Prediction; Stunting

## 1. PENDAHULUAN

Salah satu masalah tentang gizi kritis dikarenakan kandungan dalam konsumsi pokok yang kurang cakap dengan kebutuhan gizi didalam tubuh disebut stunting. Stunting yang diderita anak-anak merupakan akibat dari kekurangan asupan gizi pada kurun waktu 1000 hari pertama kehidupan (1000 HPK). Dimaksud 1000 HPK yaitu terhitung semenjak janin di dalam kandungan ibu pada bulan pertama hingga bayi lahir dengan usia kurang lebih dua tahun. Pada 1000 HPK harus dijaga dengan baik termasuk nutrisi ataupun faktor-faktor luar yang berpengaruh terhadap stunting. Pola hidup sehat, salah satunya adalah memperhatikan kualitas gizi dalam makanan perlu dijaga dan diperhatikan. Banyak faktor luar yang ikut berpengaruh, masalah non kesehatan yang menurut beberapa penelitian menjadi penyebab stunting, yaitu masalah ekonomi, sosial, ibu hamil, dan degradasi lingkungan.

Perihal memberi perubahan baik serta fokus pada tujuan, maka peneliti akan membangun pemodelan sistem pencegahan stunting pada anak. Prediksi dan pengaruh antar faktor pendukung stunting ditentukan menggunakan metode *Bayesian Network*. Pemodelan dikembangkan untuk dapat mengidentifikasi faktor-faktor pendukung stunting sehingga dapat memberikan informasi yang seksama. Sistem pemodelan juga dapat menyajikan data dalam bentuk peta atau yang disebut dengan data spasial, yang berfungsi untuk mempermudah melakukan analisis secara keruangan. Data spasial atau data dalam





bentuk peta akan ditampilkan menggunakan SIG (Sistem Informasi Geografis) atau dikenal pula dengan GIS (*Geographical Information System*).

*Bayesian Network* merupakan pengelompokan (atau pengklasifikasian) probabilitas yang handal karena sederhana, memiliki efisiensi tinggi dan akurasi yang baik dalam klasifikasi. *Bayesian Network* secara langsung dan berlantasan mampu memproses parameter dan banyak digunakan dalam metode penelitian [1]. *Bayesian Network* telah terbukti menjadi alat yang kuat untuk menemukan hubungan antar variabel [2].

*Geographic Information System* merupakan suatu istilah dalam bidang pemetaan yang memiliki ruang lingkup mengenai bagaimana suatu sistem dapat menghubungkan obyek geografis dengan informasinya. *Geographic Information System* sebagai gabungan perangkat keras dan perangkat lunak komputer yang memungkinkan untuk menangkap, menyimpan, memanipulasi, menganalisa, mengatur, dan menampilkan seluruh jenis data geografis [3].

Eugenio Molina-Navarro, Pedro Segurado, Paulo Branco, Carina Almeida, Hans E. Andersen dengan judul "*Predicting The Ecological Status Of Rivers And Streams Under Different Climatic And Socioeconomic Scenarios Using Bayesian Belief Networks*" memprediksi status ekologis sungai dan alirannya berdasarkan perbedaan iklim dan sosial ekonomi menggunakan *Bayesian Belief Network*. Peneliti mengembangkan struktur *Bayesian Network* atau *Belief Network* (BN) untuk memodelkan kualitas ekologis sungai. Wilayah yang menjadi area studi adalah sungai cekungan Odense Fjord (Denmark) dan sungai cekungan Sorraia (Portugal). BN menyediakan antarmuka yang interaktif dan sederhana untuk menilai dampak perubahan iklim dan perubahan sosial ekonomi terhadap status ekologi sungai. BN dapat juga diadaptasi sebagai sistem pengambilan keputusan pengelolaan air[4].

Penelitian Sistem Informasi perihal Sistem Prediksi Risiko Stunting Menggunakan *Bayesian Network* Berbasis GIS dilakukan oleh Harlina, Risqi Darma Rusdian Yusron dan Imam Machfud dengan judul "*Klasifikasi dan Monitoring Status Gizi Balita Melalui Penerapan Metode Naive Bayes Classification Berbasis GIS*". Bertujuan menyederhanakan proses laporan dan analisa, oleh karena itu hasil pengelompokan terkait selanjutnya ditampilkan lewat suatu peta didasarkan dari capaian analisa sampai situasi, Tujuh indikasi penyebab paling tinggi hingga penyebab rendah dari status gizi balita pada sekitar kota Blitar. Penelitian ini menerapkan algoritma *Naive Bayes Classification* dalam prosesklasifikasinya. Merujuk dari capaian penelitian dikenali bahwa perhitungan yang dihasilkanoleh *Naive Bayes Classification* berkisar 86% dengan perbandingan antara informasi percobaan dan pelatihan yang digunakan 70:30[5].

Penelitian berikutnya mengenai metode sistem informasi geografik oleh Agung Sutriawan dkk yang berjudul "*Proyeksi dan Pemetaan Sebaran Kasus Demam Berdarah Dengue (DBD) Berbasis Sistem Informasi Geografi (SIG)*". Penelitian terkait bertujuan guna melakukan proyeksi jumlah kasus demam berdarah *dengue* dengan memberikan informasi wilayah sebaran penyakit DBD di Kota Bandung. Hasil penelitian menginformasikan bahwa proyeksi hitungan kasus demam berdarah *dengue* pada kota Bandung periode 2021-2025 menerapkan metode *microsoft excel* mengalami penyusutan sedangkan jika menerapkan metode exponential *smoothing* model *holt's linear trend* mengalami pembengkakan[6].

Penelitian lain mengenai sistem informasi geografis oleh Melvitasari Tinambunan dan Sanriomi Sintaro yang berjudul "*Aplikasi Restfull Pada Sistem Informasi Geografis Pariwisata Kota Bandara Lampung*". Penelitian terkait dipakai guna mendukung proses bisnis pada Dinas Pariwisata kota Bandar Lampung, sistem dibangun bertujuan membantu instansi terkait melakukan pencatatan lokasi wisata. Menerapkan metode penelitian pengembangan sistem *Waterfall* dan metode perancangan sistem menggunakan UML[7].

Penelitian mengenai Sistem Informasi Geografis oleh Debby Alita dkk yang berjudul "*Sistem Informasi Geografis Pemetaan Wilayah Kelayakan Tanam Tanaman Jagung Dan Singkong Pada Kabupaten Lampung Selatan*". Mengusulkan sebuah Sistem Informasi Geografis pada penelitian, menentukan kelayakan kebun tanaman jagung serta umbi-umbian pada kabupaten Lampung Selatan berbasis web mempermudah saat digunakan dimanapun kapanpun, menggunakan pemanfaatan teknologi internet. Penelitian ini menggunakan bahasa pemrograman PHP dan rancangan model UML[8].

Dalam beberapa tahun terakhir para peneliti telah bekerja mengembangkan pendekatan pemodelan yang sederhana namun efektif untuk mengintegrasikan informasi dari berbagai sumber, salah satunya penggunaan pemodelan BN. BN bergantung pada Teorema Bayes tentang teori probabilitas, merupakan *Directed Acyclic Graph* (DAG) yang mewakili hubungan (busur) antar variabel (simpul) serta menggunakan struktur dalam bentuk tabel probabilitas bersyarat (CPT). BN dapat menangani masalah yang terkait dengan ketidakpastian dan kompleksitas yang tinggi. Keuntungan lain dari BN adalah mencakup representasi grafis yang sederhana, kemampuan menangani dataset yang tidak lengkap, dan fakta bahwa BN mudah dibuat, diperbarui, dimodifikasi, dan diperluas (Barton et al., 2008; Kragt, 2009; McDonald et al., 2016).



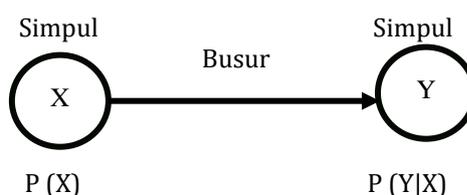
## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1 Bayesian Network

*Bayesian Network* merupakan alat yang populer untuk memodelkan permasalahan – permasalahan statistik [9]. *Bayesian Network* merupakan model grafik dari sebaran peluang [10]. Bayesian Network atau biasa disebut sebagai *Belief Network* atau *Probabilistic Network* merupakan grafik struktural untuk mewakili relasi probabilitas antara sebagian besar variabel dengan melakukan inferensi probabilistik terhadap variabel - variabel tersebut [11].

*Bayesian Network* merupakan metode klasifikasi yang menggunakan asumsi bahwa efek dari variabel atribut dapat bersifat independent bersyarat secara bersamaan (*joint conditionally independent*) dengan variabel atribut lainnya. *Bayesian Network* menggunakan distribusi probabilitas bersyarat gabungan (*joint conditionally probability*) dan grafik model hubungan sebab akibat dalam proses pelatihannya.

*Bayesian Network* terdiri dari dua komponen grafik, antara lain DAG (*Directed Acyclic Graph*) dan tabel probabilitas bersyarat atau disebut CPT (*Conditional Probability Table*) untuk setiap variabel atribut [12]. DAG pada metode *Bayesian Network* merupakan sebuah graf yang terdiri dari simpul dan busur. Simpul akan menunjukkan variabel, misalnya X beserta nilai probabilitasnya  $P(X)$  dan busur akan menunjukkan hubungan antar simpul. Jika ada hubungan dari simpul X ke simpul Y, ini akan mengindikasikan bahwa variabel X ada pengaruhnya terhadap variabel Y, pengaruh ini dinyatakan dengan peluang bersyarat  $P(Y|X)$ , seperti pada gambar 1.



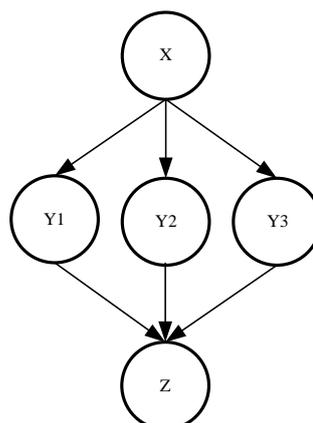
Gambar 1. Contoh Struktur Bayesian Network

### 2.2 Directed Acyclic Graph (DAG)

Sebelum membangun sebuah sistem menggunakan metode *Bayesian Network* terdapat beberapa hal yang diperhatikan saat proses penyelesaian permasalahan yaitu:

1. Menganalisis permasalahan  
Merupakan kegiatan melakukan analisis kasus atau proses memecahkan masalah yang akan diselesaikan menggunakan metode *Bayesian network*, contohnya adalah apakah data yang akan digunakan merupakan data berbentuk kontinyu atau diskrit.
2. Mengumpulkan data  
Merupakan kegiatan mengumpulkan data yang akan digunakan menggunakan metode *Bayesian Network* dalam kasus yang akan diteliti. Data yang akan diteliti adalah data yang telah disesuaikan dengan kebutuhan.
3. Membangun graf (DAG)  
Merupakan kegiatan membuat bagan yang berisikan simpul (*node*), dimana simpul-simpul tersebut merepresentasikan terjadinya sebuah peristiwa yang dipengaruhi oleh peristiwa lain. Peristiwa-peristiwa tersebut saling terhubung menggunakan garis terarah atau busur. DAG dibangun sendiri oleh peneliti berdasarkan analisis permasalahan yang telah dilakukan. DAG hanya bisa dipakai pada suatu peristiwa yang sama dan apabila kasus yang diteliti tidak sama maka DAG harus dibuat kembali sesuai dengan analisis masalah yang diambil.

Sebagai ilustrasi terdapat 5 variabel  $\{X, Y_1, Y_2, Y_3, Z\}$  dimana X adalah variabel yang mempunyai pengaruh langsung kepada variabel  $Y_1, Y_2, Y_3$ . Sementara  $Y_1, Y_2, Y_3$  adalah variabel yang berpengaruh kepada variabel Z. Hubungan antara kelima variabel tersebut dapat digambarkan ke dalam DAG seperti pada gambar 2. Setiap simpul merepresentasikan sebuah variabel dalam peristiwa dan setiap garis atau busur merepresentasikan hubungan ketergantungan antara variabel. Jika terdapat garis atau busur dari X ke  $Y_1, Y_2, Y_3$ , maka X merupakan *parent* dari  $Y_1, Y_2, Y_3$  dan  $Y_1, Y_2, Y_3$  merupakan *child* dari X.



Gambar 2. Ilustrasi DAG

### 2.3 Conditional Probability Table (CPT)

Langkah berikutnya adalah berdasarkan masalah yang diambil dilakukan perhitungan probabilitas dari variabel yang dicari. Perhitungan dijabarkan menggunakan CPT (*Conditional Probability Table*). CPT merupakan deret variabel diskrit random yang diperagakan atau direpresentasikan ke dalam probabilitas marjinal antara satu variabel ke variabel lain yang saling terhubung. Berdasarkan Teorema Bayes didapatkan persamaan untuk menghitung nilai CPT, adapun persamaan dari *Bayesian Network* disajikan dalam :

$$P(A|B) = \frac{P(B|A) P(A)}{P(B)} \quad (1)$$

Keterangan :

$P(A|B)$  = *posterior probability*, peluang A terjadi setelah B terjadi

$P(B|A)$  = *likelihood*, peluang B terjadi setelah A terjadi

$P(A)$  = *evidence*, peluang kejadian A

$P(B)$  = *prior*, peluang kejadian B

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses dalam membangun sebuah jaringan *Bayesian Network* pada bahasa pemrograman *python* dapat dijelaskan dengan fungsi sebagai berikut, dengan menggunakan kepastakaan atau *library pomegranate*.

### Algoritma Program : Library Pomegranate

```

01 : From pomegranate import *
02 : import numpy
03 : x = numpy load ('data.csv')
04 : model = BayesianNetwork.from_samples (x, algorithm = 'exact')
    
```

### 3.1 Prediksi Risiko

Fungsi prediksi diartikan sebuah fungsi dimana sebuah proses nantinya menemukan pola tertentu dari suatu informasi. Pola-pola terkait akan diketahui melalui berbagai variabel yang ada pada informasi atau data. Ketika telah menemukan pola, maka pola yang dicapai bisa digunakan untuk memperkirakan variabel lain yang belum diketahui nilai ataupun jenisnya. Oleh sebab itu fungsi ini dikatakan sebagai fungsi prediksi sama halnya dengan melakukan *predictive* analisis. Fungsi prediksi juga dapat digunakan untuk memprediksi suatu variabel tertentu yang tidak ada dalam suatu informasi/data. Sehingga fungsi prediksi mempermudah bagi siapapun yang memerlukan perhitungan akurat untuk membuat hal penting tersebut menjadi lebih baik.

Tujuan dari tugas prediksi untuk memprediksi nilai dari atribut tertentu berdasarkan pada nilai dari atribut lain. Atribut yang diprediksi umumnya dikenal sebagai target atau variabel tidak bebas, sedangkan atribut yang digunakan untuk membuat prediksi dikenal sebagai *explanatory* atau variabel bebas. Dalam banyak kasus, pengguna ingin memprediksi nilai data yang tidak tersedia atau hilang. Pada kasus ini nilai





data yang akan diperkirakan merupakan data numerik. Kasus ini seringkali diteruskam sebagai prediksi. Lain dari itu prediksi lebih menekankan pada identifikasi *trend* dari distribusi berdasarkan pada data yang tersedia.

### 3.2 Pembentukan Parameter

Merupakan proses menentukan parameter untuk setiap variabel yang mempengaruhi kejadian risiko stunting yang telah disesuaikan dengan data. Variabel merupakan faktor yang berpengaruh dengan kejadian stunting yang telah disesuaikan dengan struktur *Bayesian Network* yang telah dibuat, sebanyak sebelas variabel akan didefinisikan dengan parameter masing – masing, ditunjukkan pada tabel 1.

**Tabel 1.** Pembentukan Parameter

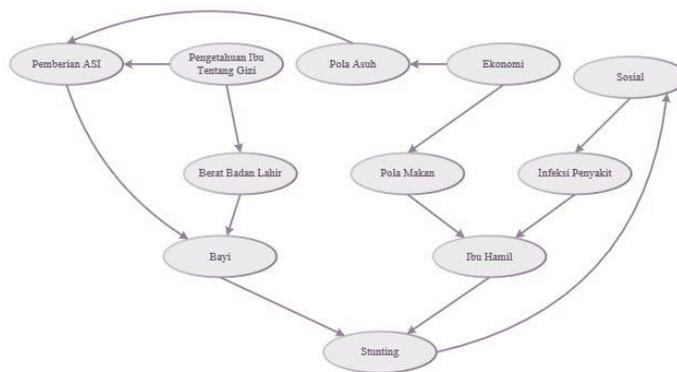
Variabel	Parameter
Stunting	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stunting</li> <li>• Normal</li> </ul>
Bayi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Antropometri pendek</li> <li>• Antropometri sangat pendek</li> </ul>
Ibu Hamil	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Antropometri &lt;LiLA</li> <li>• Antropometri ≥LiLA</li> </ul>
Berat Badan Lahir	<ul style="list-style-type: none"> <li>• &lt;2,5 kg atau rendah</li> <li>• ≥2,5 kg atau normal</li> </ul>
Pengetahuan Ibu Tentang Gizi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Baik</li> <li>• Tidak baik</li> </ul>
Pola Asuh	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ibu</li> <li>• Selain Ibu</li> </ul>
Ekonomi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• &lt;UMR</li> <li>• ≥UMR</li> </ul>
Pola Makan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• &lt;3x</li> <li>• ≥3x</li> </ul>
Sosial	<ul style="list-style-type: none"> <li>• &lt;1km (dekat)</li> <li>• ±1km (sedang)</li> <li>• &gt;1km (jauh)</li> </ul>
Infeksi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ya</li> <li>• Tidak</li> </ul>

### 3.3 Pembentukan Struktur *Bayesian Network*

Masa baduta (bayi usia dibawah dua tahun) merupakan masa yang sensitif pada lingkungan tumbuh kembang sehingga dibutuhkan perhatian maksimal khususnya pada kecukupan asupan gizinya [13]. Kesehatan dan perkembangan janin dipengaruhi oleh status gizi pada ibu hamil. Berat badan bayi saat lahir rendah disebabkan oleh gangguan pertumbuhan dalam kandungan [14]. Penelitian yang dilakukan di Kendal menunjukkan bahwa balita yang memiliki panjang lahir yang pendek berisiko tinggi terhadap kejadian stunting [15]. Asupan ASI Eksklusif disebut faktor lain yang berpengaruh pada kejadian stunting [16].

Secara tidak langsung kejadian stunting dipengaruhi oleh status sosial ekonomi keluarga, antara lain pendidikan orang tua, pengetahuan ibu tentang gizi, pendapatan keluarga dan jumlah anggota keluarga. Keluarga dengan ekonomi yang baik atau pendapatan tinggi akan lebih mudah memperoleh status gizi anak yang lebih baik dikarenakan kanal tentang pendidikan dan kesehatan lebih mudah didapat [17].

Penelitian ini menggunakan 11 buah atribut kasus stunting. Untuk memodelkan keterhubungan antara 11 atribut ini, dibangun sebuah model struktur *Bayesian Network* dari data. Dataset tahunan kasus stunting dimasukkan ke dalam model *Bayesian Network*. Langkah selanjutnya adalah pengembangan model grafis *Bayesian Network* (DAG) dengan mendefinisikan hubungan antar atribut. Struktur *Bayesian Network* yang dirancang untuk memodelkan risiko stunting ditunjukkan pada gambar 3.

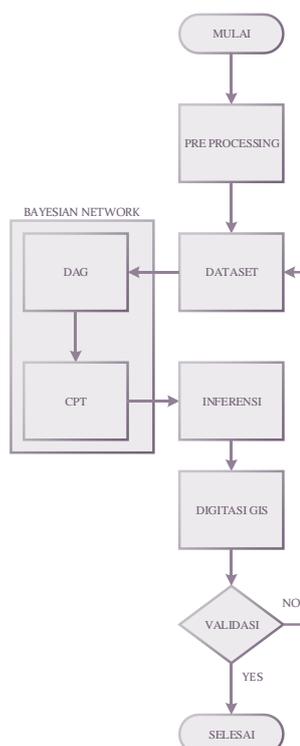


Gambar 3. Struktur Bayesian Network

Atribut pendukung untuk mendapatkan informasi analisa yaitu saling keterkaitan antar faktor-faktor sebagai berikut : Stunting dikarenakan bayi dipengaruhi oleh faktor (i) antropometri, (ii) BBL, (iii) pemberian ASI, (iv) pengetahuan ibu tentang gizi, (v) pola asuh, (vi) ekonomi atau pendapatan keluarga. Stunting dikarenakan ibu hamil dipengaruhi oleh faktor (i) antropometri, (ii) infeksi penyakit, (iii) pola makan, (iv) sosial, (v) ekonomi atau pendapatan keluarga. Stunting untuk menentukan lokasi sebagai visualisasi GIS, menggunakan faktor sosial, yaitu jarak rumah anak yang dinyatakan stunting dengan fasilitas kesehatan.

### 3.4 Flowchart Pemodelan

Flowchart pemodelan Bayesian Network ditunjukkan pada gambar 4, dengan keterangan : *Pre processing*, untuk memperbaiki ketidak konsistenan pada data yang diperoleh (*data cleaning*). Dataset didapatkan berdasarkan studi literatur dan studi lapangan, kemudian metode pencarian untuk membangun model dan mengevaluasi model berdasarkan nilai skor yang didapat dari metode pencarian *heuristic*. Metode *heuristic* memberikan skor terhadap masing-masing parameter untuk menentukan hubungan ketergantungan, kemudian divisualisasikan melalui DAG (*Directed Acyclic Graph*) dan melakukan perhitungan parameter guna mendapatkan nilai CPT (*Conditional Probability Table*). Inferensi adalah pengujian akurasi terhadap model yang dibangun. Kemudian menyajikan dalam bentuk digitasi GIS. Jika hasilnya valid atau sesuai maka selesai. Jika tidak maka mengulang kembali.



Gambar 4. Flowchart Pemodelan Bayesian Network





### 3.5 Proses Pembuatan Tabel Probabilitas

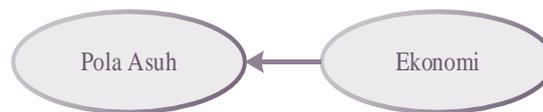
Seperti yang telah ditampilkan pada gambar 3, antropometri bayi, dan antropometri ibu hamil didefinisikan sebagai faktor terjadinya stunting, dengan ketentuan sebagai berikut :

- Stunting dipengaruhi secara langsung oleh faktor antropometri bayi dan antropometri ibu hamil.
- Antropometri bayi dipengaruhi secara langsung oleh faktor pemberian ASI dan berat badan saat lahir.
- Berat badan lahir dikatakan rendah dikarenakan faktor pengetahuan ibu tentang gizi kurang, saat anak masih dalam kandungan, ibu kurang memperhatikan asupan gizi.
- ASI dipengaruhi secara langsung oleh faktor pengetahuan ibu tentang gizi. Terutama pengetahuan mengenai pemberian ASI eksklusif dan MPASI (Makanan Pendamping ASI) sesuai usia si bayi.
- Pola asuh dipengaruhi secara langsung oleh faktor ekonomi
- Ibu hamil dipengaruhi oleh faktor infeksi penyakit yang diderita dan pola makan saat si ibu hamil.
- Infeksi penyakit dipengaruhi secara langsung oleh faktor sosial.
- Pola makan ibu hamil dapat dipengaruhi oleh faktor ekonomi.

Dengan memperhatikan hubungan antar faktor di atas, maka ditentukan lah beberapa rules dengan cara memecah nodes yang saling terkait, yaitu dengan menentukan nodes asal dan nodes tujuan, kemudian menghitung nilai probabilitasnya. Yang selanjutnya disajikan ke dalam program *python*.

#### 3.5.1 Hubungan Antara Ekonomi Dengan Pola Asuh

Dalam tahap ini, membuat tabel perhitungan probabilitas antara ekonomi sebagai nodes awal dengan pola asuh sebagai nodes tujuan, ditunjukkan pada gambar 5.



**Gambar 5.** Nodes Ekonomi dan Nodes Pola Asuh

Nodes ekonomi memiliki parameter  $<UMR$  dan  $\geq UMR$ . Nodes pola asuh memiliki parameter ibu dan selain ibu. Dengan ketentuan sebagai berikut :

- Ekonomi :  $<UMR$  (ku) dan  $\geq UMR$  (lu)
- Pola asuh : ibu (i) dan selain ibu (si)

$$\text{jumlah parameter nodes ke 1} \times \text{jumlah parameter nodes ke 2} = \text{jumlah baris data} \quad (2)$$

- Maka 1 kecamatan memiliki 4 baris data
- Surabaya memiliki 31 kecamatan
- Dalam kurun waktu 4 tahun (2016 – 2019)

$$4 \text{ baris data} \times 31 \text{ kecamatan} \times 4 \text{ tahun} = 496 \text{ data} \quad (3)$$

- Kemudian merubah tabel ke dalam bentuk ekstensi CSV (*coma separated value*) agar dapat terbaca pada program *python*, pada tabel 2.

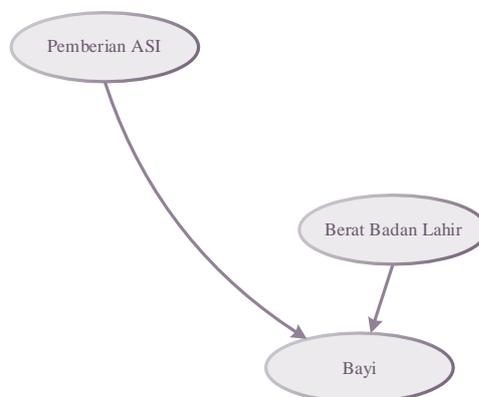
**Tabel 2.** Probabilitas Nodes Ekonomi dengan Pola Asuh

Ekonomi	Pola Asuh	Probabilitas
lu	i	0,5019608
lu	i	0,4507246
lu	i	0,4912664
lu	si	0,1566265
lu	si	0,2222222
lu	si	0,0882353
ku	i	0,747006
ku	i	0,66171
ku	i	0,7052776
ku	si	0,5884615
ku	si	0,5679513
ku	si	0,527027



### 3.5.2 Hubungan Antara Pemberian ASI, Berat Badan Lahir Dengan Bayi

Dalam tahap ini, membuat tabel perhitungan probabilitas antara pemberian ASI dan bobot badan sebagai nodes awal dengan bayi sebagai nodes tujuan, ditunjukkan pada gambar 6.



**Gambar 6.** Nodes Pemberian ASI, Berat Badan Lahir dan Nodes Bayi

Nodes pemberian ASI memiliki parameter ya eksklusif dan tidak eksklusif. Nodes berat badan lahir memiliki parameter <2,5kg dan ≥2,5kg. Nodes bayi memiliki parameter antropometri pendek dan antropometri sangat pendek. Dengan ketentuan sebagai berikut :

- Pemberian ASI : ya eksklusif (y) dan tidak eksklusif (t)
- Berat badan lahir : <2,5kg (kd) dan ≥2,5kg(ld)
- Bayi : antropometri pendek (p) dan antropometri sangat pendek (sp)

$$\text{jumlah parameter nodes ke 1} \times \text{jumlah parameter nodes ke 2} \times \text{jumlah parameter nodes ke 3} = \text{jumlah baris data} \quad (4)$$

- Maka 1 kecamatan memiliki 8 baris data
- Surabaya memiliki 31 kecamatan
- Dalam kurun waktu 4 tahun (2016 – 2019)

$$8 \text{ baris data} \times 31 \text{ kecamatan} \times 4 \text{ tahun} = 992 \text{ data} \quad (5)$$

- Kemudian merubah tabel ke dalam bentuk ekstensi CSV (*coma separated value*) agar dapat terbaca pada program python, pada tabel 3.

**Tabel 3.** Probabilitas Nodes Pemberian ASI, Berat Badan Lahir dengan Bayi

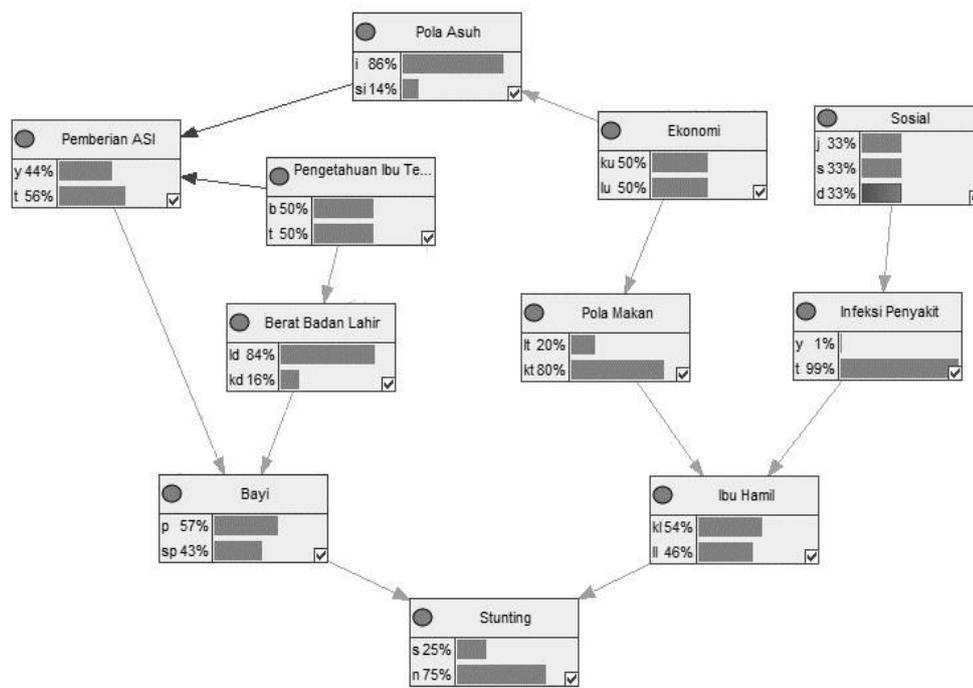
Pemberian ASI	Berat Badan Lahir	Bayi	Probabilitas
y	ld	p	0,74
y	ld	p	0,70
y	ld	sp	0,30
y	ld	sp	0,1
y	kd	p	0,4
y	kd	p	1
y	kd	sp	0,2
y	kd	sp	0,2
t	ld	p	0,6
t	ld	p	0,4
t	ld	sp	0,1
t	ld	sp	0,3
t	kd	p	0,96
t	kd	p	0,42
t	kd	sp	0,26
t	kd	sp	0,13



### 3.6 Hasil Prediksi

Berdasarkan prediksi parameter yang telah dibangun menggunakan metode Bayesian Network, sesuai CPT yang telah dikerjakan pada program, maka didapat nilai prediksi yang ditunjukkan gambar 7. Hasil pengujian sistem berdasarkan pada parameter atau atribut yang telah digunakan berdasarkan data stunting tahun 2016-2019 menunjukkan bahwa pemodelan yang dibangun memberikan hasil nilai tingkat risiko stunting sebagai berikut :

- Sebesar 86% anak stunting diasuh oleh ibu sendiri, dan 14% anak stunting diasuh oleh selain ibu.
- Sebesar 68% anak stunting memperoleh ASI eksklusif dan sebesar 32% anak stunting tak mendapatkan ASI eksklusif.
- Sebesar 84% anak stunting lahir dengan berat badan  $\geq 2,5$  kg dan 16% anak stunting lahir dengan bobot  $< 2,5$ kg.
- Sebesar 71% anak stunting memiliki antropometri pendek dan 29% anak stunting memiliki antropometri sangat pendek.
- Sebesar 80% ibu hamil yang menyebabkan anak stunting memiliki pola makan  $< 3x$  dan 20% memiliki pola makan  $\geq 3x$ .
- Sebesar 99% ibu hamil tidak sakit tidak menyebabkan anak stunting dan ibu hamil sakit yang menyebabkan anak stunting sebesar 1%.
- Sebesar 54% ibu hamil yang memiliki antropometri  $< LiLA$  menyebabkan anak stunting dan 46% ibu hamil yang memiliki antropometri  $\geq LiLA$  tidak menyebabkan anak stunting.
- Prediksi anak tumbuh normal adalah 75% sedangkan 25% anak menderita stunting.



Gambar 7. Hasil Prediksi Parameter

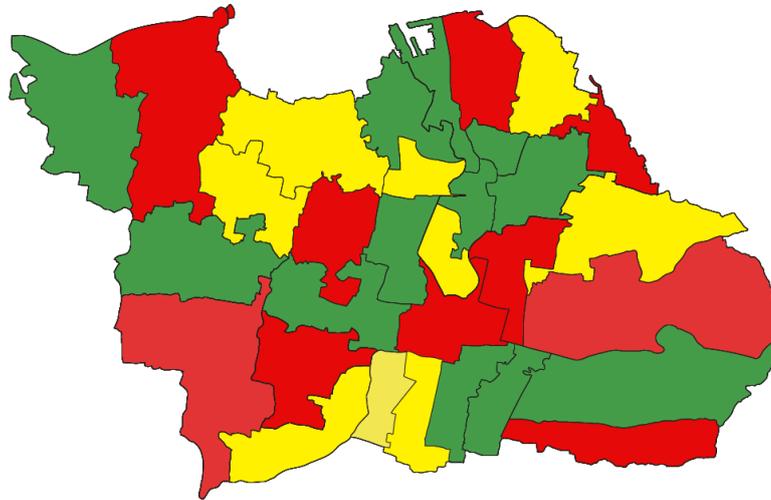
### 3.7 Visualisasi GIS

Setelah dilakukan pemodelan stunting kemudian dilakukan pemodelan lokasi untuk prediksi risiko, berdasarkan parameter - parameter yang mempengaruhinya, penilaian dilakukan melalui GIS. Berdasarkan prediksi lokasi yang telah dibangun menggunakan metode Bayesian Network, sesuai data pada tahun 2016 - 2019, maka didapat klasifikasi daerah rawan stunting sebagai berikut.

Penilaian - penilaian tersebut akan dipresentasikan ke dalam bereferensi geografis. Pemodelan stunting dibangun berdasarkan parameter - parameter yang tersaji dalam bentuk GIS, yang terklarifikasi atas nilai prediksi antara stunting dengan jarak lokasi hunian ke fasilitas kesehatan masyarakat (seperti : bidan, puskesmas, atau rumah sakit) yang disajikan tiap kecamatan. Dengan ketentuan (i) area warna merah memiliki bobot kasus stunting tinggi, nilai prediksi antara 0.70 s/d 1.00 dinilai menggunakan



parameter stunting dan jarak hunian ke fasilitas kesehatan <1km (ii) area warna kuning untuk bobot kasus stunting sedang, nilai prediksi antara 0.40 s/d 0.69 dinilai menggunakan parameter stunting dan jarak hunian ke fasilitas kesehatan  $\pm$ 1km (iii) area warna hijau untuk bobot kasus stunting rendah, nilai prediksi antara 0.10 s/d 0.39 dinilai menggunakan parameter stunting dan jarak hunian ke fasilitas kesehatan  $\geq$ 1km.



**Gambar 8.** Visualisasi GIS (Studi Area Kota Surabaya)

Keterangan :

- Kasus stunting dengan jarak dekat (<1km) fasilitas kesehatan
- Kasus stunting dengan jarak sedang ( $\pm$ 1km) fasilitas kesehatan
- Kasus stunting dengan jarak jauh ( $\geq$ 1km) fasilitas kesehatan
- Banyak kasus stunting antara jarak  $\pm$ 1km dan  $\geq$ 1km dengan fasilitas kesehatan
- Banyak kasus stunting antara jarak <1km dan  $\geq$ 1km dengan fasilitas kesehatan

#### 4. KESIMPULAN

Setelah dilakukan analisis terhadap hasil uji program, maka dapat diambil kesimpulan : Hasil pengujian berdasarkan parameter yang digunakan menunjukkan bahwa prediksi anak tumbuh normal adalah 75% sedangkan 25% anak menderita stunting. Hasil pengujian berdasarkan nilai parameter yang telah ditentukan berdasarkan data stunting di Dinas Kesehatan Kota Surabaya menunjukkan bahwa sistem yang dibangun memberikan hasil nilai tingkat risiko stunting sebesar 86% anak stunting diasuh oleh ibu sendiri, dan 14% anak stunting diasuh oleh selain ibu. Sebesar 44% anak stunting mendapatkan ASI eksklusif dan sebesar 56% anak stunting tidak mendapatkan ASI eksklusif. Sebesar 84% anak stunting lahir dengan berat badan  $\geq$ 2,5 kg dan 16% anak stunting lahir dengan berat badan <2,5kg. Sebesar 57% anak stunting memiliki antropometri pendek dan 43% anak stunting memiliki antropometri sangat pendek. Sebesar 80% ibu hamil yang menyebabkan anak stunting memiliki pola makan <3x dan 20% memiliki pola makan  $\geq$ 3x. Sebesar 99% ibu hamil tidak sakit tidak menyebabkan anak stunting dan ibu hamil sakit yang menyebabkan anak stunting sebesar 1%. Sebesar 54% ibu hamil yang memiliki antropometri <LiLA menyebabkan anak stunting dan 46% ibu hamil yang memiliki antropometri  $\geq$ LiLA tidak menyebabkan anak stunting. Faktor stunting dominan pada bayi yang perlu diwaspadai adalah stunting paling banyak diderita oleh anak yang diasuh oleh ibu sendiri, tidak mendapatkan ASI eksklusif, berat badan lahir normal, namun saat tumbuh besar anak memiliki antropometri pendek. Sedangkan faktor stunting dominan pada ibu hamil yang perlu diwaspadai adalah stunting paling banyak dikarenakan pola makan ibu hamil <3x, serta saat kehamilan sang ibu memiliki antropometri <LiLA. Visualisasi GIS disajikan dalam bentuk *class* atau tingkatan daerah rawan stunting per kecamatan. Yang perlu diwaspadai dan menjadi sasaran Dinas Kesehatan adalah jumlah anak stunting yang tinggi di daerah yang dekat dengan fasilitas kesehatan. Seharusnya semakin dekat dengan fasilitas kesehatan, jumlah kasus stunting semakin sedikit atau menurun.



## REFERENCES

- [1] S. C. Wang, R. Gao, and L. M. Wang, "Bayesian network classifiers based on Gaussian kernel density," *Expert Syst Appl*, 2016, doi: 10.1016/j.eswa.2015.12.031.
- [2] P. Fuster-Parra, P. Tauler, M. Bennasar-Veny, A. Ligeza, A. A. López-González, and A. Aguiló, "Bayesian network modeling: A case study of an epidemiologic system analysis of cardiovascular risk," *Comput Methods Programs Biomed*, 2016, doi: 10.1016/j.cmpb.2015.12.010.
- [3] Y. Rahayu, K. Muludi, and A. Hijriani, "Pemetaan Penyebaran dan Prediksi Jumlah Penduduk Menggunakan Model Geometrik di Wilayah Bandar Lampung Berbasis Web-GIS," *Journal of Information Systems Engineering and Business Intelligence*, 2016, doi: 10.20473/jjisebi.2.2.95-101.
- [4] E. Molina-Navarro, P. Segurado, P. Branco, C. Almeida, and H. E. Andersen, "Predicting the ecological status of rivers and streams under different climatic and socioeconomic scenarios using Bayesian Belief Networks," *Limnologica*, vol. 80, Jan. 2020, doi: 10.1016/j.limno.2019.125742.
- [5] R. Darma Rusdiyan Yusron and I. Machfud, "Klasifikasi dan Monitoring Status Gizi Balita Melalui Penerapan Metode Naïve Bayes Classification Berbasis GIS Classification and Monitoring of Toddler Nutrition Status Through Application of GIS-Based Naïve Bayes Classification Method," *Jurnal Ilmiah Intech: Information Technology Journal of UMUS*, vol. 4, no. 02, pp. 161-168, 2022.
- [6] A. Sutriyawan, R. Dian Kurniawati, P. S. Studi, K. Masyarakat, F. Ilmu Kesehatan, and U. Bhakti Kencana, "Proyeksi dan Pemetaan Sebaran Kasus Demam Berdarah Dengue (DBD) Berbasis Sistem Informasi Geografi (SIG) Projection and Mapping of Dengue Hemorrhagic Fever (DHF) Cases Based on Geographic Information System (SIG)," *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, vol. 6, no. 2, pp. 71-81.
- [7] M. Tinambunan and S. Sintaro, "APLIKASI RESTFULL PADA SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS PARIWISATA KOTA BANDAR LAMPUNG," *Jurnal Informatika dan Rekayasa Perangkat Lunak (JATIKA)*, vol. 2, no. 3, pp. 312-323, 2021, [Online]. Available: <http://jim.teknokrat.ac.id/index.php/informatika>
- [8] D. Alita, I. Tubagus, Y. Rahmanto, and A. Nurkholis, "SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS PEMETAAN WILAYAH KELAYAKAN TANAM TANAMAN JAGUNG DAN SINGKONG PADA KABUPATEN LAMPUNG SELATAN," *Journal Sosial Science and Teknology for Community Service (JSSTSCS)*, vol. 1, no. 2, pp. 1-09, 2020, [Online]. Available: <https://ejournal.teknokrat.ac.id/index.php/teknobdimas>
- [9] A. Mittal and A. Kassim, *Bayesian network technologies: Applications and graphical models*. 2007. doi: 10.4018/978-1-59904-141-4.
- [10] J. Pearl, "A Personal Journey into Bayesian Networks," *Technical Report*, 2018.
- [11] R. E. Neapolitan, "Learning Bayesian Network Structure," in *Probabilistic Methods for Bioinformatics*, 2009. doi: 10.1016/b978-0-12-370476-4.50011-5.
- [12] J. Han, M. Kamber, J. Pei, J. Han, M. Kamber, and J. Pei, "9 - Classification: Advanced Methods," in *Data Mining*, 2012.
- [13] D. Kurniasih, H. Hilmansyah, M. P. Astuti, and S. Imam, "Sehat dan bugar berkat gizi seimbang," *Jakarta: Kompas Gramedia*, 2010.
- [14] World Health Organization (WHO), "Global Nutrition Targets 2025," *Can Pharm J*, 2014.
- [15] F. Meilyasari and M. Isnawati, "FAKTOR RISIKO KEJADIAN STUNTING PADA BALITA USIA 12 BULAN DI DESA PURWOKERTO KECAMATAN PATEBON, KABUPATEN KENDAL," *Journal of Nutrition College*, 2014, doi: 10.14710/jnc.v3i2.5437.
- [16] T. Fikadu, S. Assegid, and L. Dube, "Factors associated with stunting among children of age 24 to 59 months in Meskan district, Gurage Zone, South Ethiopia: A case-control study," *BMC Public Health*, 2014, doi: 10.1186/1471-2458-14-800.
- [17] R. Bishwakarma, "Spatial inequality in child nutrition in Nepal: Implications of regional context and individual/household composition," *ProQuest Dissertations and Theses*. 2011.

