

Analisis Efisiensi Metode *K-Nearest Neighbor* dan *Forward Chaining* Untuk Prediksi *Stunting* Pada Balita

Happy Gery Pangestu¹⁾, Rifaldo Yohannes Sinaga²⁾, Fadilla Zundina Ulya³⁾,
Ummi Athiyah⁴⁾, Arif Wirawan Muhammad⁵⁾, Faza Alameka⁶⁾

¹²³⁴⁾Program Studi Sains Data, Fakultas Informatika, Institut Teknologi Telkom Purwokerto

⁵⁾Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Informatika, Institut Teknologi Telkom Purwokerto
Jl. D.I. Panjaitan No. 128, Purwokerto, Jawa Tengah

⁶⁾Program Studi Sistem Informasi, Universitas Mulia Kota Samarinda

Email: 21110021@ittelkom-pwt.ac.id¹⁾, 21110008@ittelkom-pwt.ac.id²⁾, 21110001@ittelkom-pwt.ac.id³⁾, ummi@ittelkom-pwt.ac.id⁴⁾, arif@ittelkom-pwt.ac.id⁵⁾, Faza.alameka@gmail.com⁶⁾

ABSTRAK

Permasalahan gizi buruk yang terjadi di Indonesia menjadi sebuah tantangan yang nyata bagi pemerintah maupun masyarakat. Salah satu gizi buruk kronis yang menyerang balita di Indonesia yaitu *stunting* (tubuh pendek). Masalah *stunting* sering dialami oleh anak-anak di Indonesia. Dalam satu dekade terakhir, balita yang terindikasi *stunting* cenderung tidak mengalami perbaikan. Jika terus dibiarkan *stunting* akan mengakibatkan masalah serius yang dapat mengganggu pertumbuhan dari anak. Oleh karena itu, diperlukan pencegahan sejak dini terkait masalah *stunting* pada anak. Pada penelitian kali ini akan dibuat sebuah website untuk melakukan deteksi *stunting* pada balita. Penelitian dilakukan dengan membandingkan metode sistem pakar *forward chaining* yang menggunakan pengkondisian manual pada bahasa pemrograman python dan *machine learning* menggunakan *K-Nearest Neighbor*. Hasil dari sistem pakar *forward chaining* memiliki akurasi prediksi yang lebih baik karena dapat memprediksi dengan benar 10/10 pengujian yang diberikan, sedangkan dengan menggunakan *machine learning K-Nearest Neighbour* hanya dapat memprediksi benar 8/10 pengujian yang telah diberikan. Kemudian metode yang terpilih akan dilakukan *deploying* kedalam website. Pada tahap *deploying*, metode yang digunakan adalah *forward chaining*.

Kata kunci: *Stunting*, sistem pakar, *forward chaining*, *k-nearest neighbor*

1. PENDAHULUAN

Permasalahan gizi buruk yang terjadi di Indonesia menjadi sebuah tantangan yang nyata bagi pemerintah maupun masyarakat. Tidak jarang, laman berita Indonesia memuat kasus gizi buruk yang terjadi pada anak dibawah lima tahun (balita). Adapun salah satu gizi buruk kronis yang menyerang balita di Indonesia yaitu *stunting* (tubuh pendek). Dalam satu dekade terakhir, balita yang terindikasi *stunting* cenderung tidak mengalami perbaikan (Kasus et al., 2021). *Stunting* merupakan suatu kondisi dimana anak mengalami gagal tumbuh, baik dari tubuh maupun otak. *Stunting* disebabkan oleh kurangnya asupan gizi dalam kurun waktu yang lama dikarenakan makanan yang diberikan tidak sesuai dengan gizi yang dibutuhkan. *Stunting* bisa terjadi ketika janin masih berada dalam kandungan, dan mulai terlihat saat bayi sudah berumur 2 tahun (Rahmadhita, 2020). Menurut Kementerian Kesehatan RI pada tahun 2018 prevalensi balita terkena *stunting* sebesar 30,8%, dimana angka tersebut mendeskripsikan bahwa hampir sepertiga dari balita Indonesia menderita *stunting* (Wardita et al., 2021). Indonesia

menduduki peringkat kelima dengan angka prevalensi *stunting* yang tinggi setelah Pakistan (45%), Congo (43%), India (39%), dan Ethiopia (38%) (Kuswanti & Azzahra, 2022). Jika kasus tersebut tidak segera diatasi dengan baik, maka angka prevalensinya akan terus naik.

Besarnya angka tersebut, tentunya menjadi perhatian bagi pemerintah Indonesia khususnya dalam bidang kesehatan. Beberapa upaya telah dilakukan oleh tenaga medis untuk menekan kasus *stunting*. Terlepas dari itu, kemajuan teknologi juga turut memberikan andil yang cukup besar dalam upaya tersebut. Di abad ke-21, teknologi semakin berkembang pesat dan banyak memberi dampak positif di berbagai bidang, tanpa terkecuali pada bidang kesehatan. Perkembangan ini didasarkan dari inovasi dan kreativitas manusia dalam menciptakan hal baru (Kusumawati, 2018). Maraknya penggunaan teknologi saat ini, menjadi peluang sekaligus tantangan bagi semua orang. Hal tersebut dapat dilihat dengan peralihan cara kerja manual menjadi digital, seperti munculnya *e-health*, obat presisi, rekayasa genetika, dan masih banyak lagi. Digitalisasi yang ada tidak bisa terlepas dari

sistem komputer, dimana penggunaannya dapat menghasilkan analisis data yang lebih tepat, cepat, dan akurat (Rosana, 2010). Melihat hal tersebut, tentunya setiap orang tertarik untuk mencoba dan menggunakannya, sehingga perkembangan teknologi di abad 21 mudah diterima oleh masyarakat.

Masalah kekurangan gizi kronis atau *stunting* merupakan masalah yang sering dialami oleh anak-anak di Indonesia (Rahmadhita, 2020). Jika terus dibiarkan *stunting* akan mengakibatkan masalah serius yang dapat mengganggu pertumbuhan dari anak, oleh karena itu diperlukan pencegahan sejak dini terkait masalah *stunting* pada anak. Melalui sebuah sistem yang dibuat agar dapat mendeteksi *stunting* sejak dini, akan sangat membantu dalam melakukan pencegahan *stunting*. Terdapat banyak metode untuk mengimplementasikan hal tersebut salah satunya adalah metode sistem pakar. Sistem pakar adalah sebuah sistem yang dirancang dan untuk mempermudah pengambilan keputusan berdasarkan dari *expert* atau pakarnya dari suatu bidang yang diimplementasikan kedalam suatu bahasa pemrograman sehingga dapat menyelesaikan masalah dengan baik tanpa menggunakan tenaga ahli secara langsung (Jasa, 2000). Dengan menggunakan sistem pakar akan sangat memudahkan seseorang untuk menyelesaikan masalah dengan mudah dan cepat tanpa memerlukan bantuan orang lain yang ahli dalam bidang tertentu.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Harkamsyah metode yang digunakan untuk memprediksi *stunting* adalah *forward chaining* dan *naive bayes*. Data yang digunakan berupa data hasil observasi, wawancara, dan studi kepustakaan. Didalamnya, dikatakan bahwa perkembangan kehamilan, panjang badan, tinggi badan, dan juga gizi ibu hamil maupun bayi merupakan faktor-faktor penyebab *stunting*. Faktor-faktor tersebut diolah dengan menggunakan probabilitas bayes, sehingga mendapatkan persentase balita terkena *stunting* (Harkamsyah, 2022). Pada penelitian lain yang dilakukan oleh Hindratno dkk menggunakan algoritma klasifikasi *K-Nearest Neighbor* untuk memprediksi *stunting* pada balita. Data yang digunakan diambil dari UPT Puskesmas Pitu, Kabupaten Ngawi mulai Bulan Januari hingga Bulan Oktober 2020. Berdasarkan pengujian partisi data menggunakan *confusion matrix* dengan 90% *data train*, 10% *data test*, dan $k=5$, dari sistem ini diperoleh akurasi sebesar 97% (Sutarno et al., 2021).

Berdasarkan uraian diatas, peran kecerdasan buatan akan sangat penting untuk melakukan

prediksi untuk melakukan prediksi *stunting*. Diterapkannya kecerdasan buatan, juga dapat mempermudah pekerjaan dengan menggunakan otomatisasi sehingga waktu melakukan pekerjaan akan lebih efisien dan tidak perlu langsung menggunakan tenaga seorang ahli untuk melakukan pekerjaan. Dengan menggunakan sistem pakar, kemampuan dan tenaga ahli dapat dilakukan oleh sistem. Oleh karena itu kami ingin membuat sebuah sistem yang diimplementasikan ke dalam website dimana dengan adanya sistem tersebut dapat memprediksi *stunting* pada balita. Website tersebut akan menerima inputan berupa usia, jenis kelamin, tinggi badan, berat badan, dan beberapa parameter lainnya (Febriani Yusuf & Siregar, 2022). Melalui adanya sistem ini, diharapkan dapat mengurangi kasus *stunting* pada balita yang cenderung tinggi dan juga dapat mengidentifikasi gejala-gejala *stunting* sejak dini sehingga dapat mengurangi angka kematian yang disebabkan oleh *stunting*.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sistem Pakar

Sistem pakar adalah sistem yang didesain dan diimplementasikan dengan bantuan bahasa pemrograman tertentu untuk dapat menyelesaikan masalah seperti yang dilakukan oleh para ahli. Dengan adanya penggunaan sistem pakar, dapat memudahkan seseorang dalam mengerjakan suatu pekerjaan yang awalnya terasa sulit, tetapi dengan ini akan menjadi mudah dan terselesaikan dengan baik tanpa bantuan orang lain yang lebih ahli. Sistem ini dapat digunakan sebagai asisten yang berpengalaman. Didalam sistem pakar terdapat beberapa metode, seperti *Depth First Search* (DFS), *Breadth First Search* (BFS), *back chaining*, dan juga *forward chaining*.

2.2. Forward Chaining

Dalam studi kasus ini, kami menggunakan metode *forward chaining*, karena jika dikemudian hari terdapat penambahan aturan baru seiring dengan meningkatnya pengetahuan medis, maka penambahan dan pengembangan sistem dapat dilakukan dengan lebih mudah. *Forward chaining* merupakan salah satu metode sistem pakar yang digunakan untuk pelacakan kedepan, yang mana dimulai dari suatu masalah dan berakhir pada sebuah solusi. *Forward chaining* juga disebut penalaran dari bawah ke atas, dikarenakan prosesnya diawali dari fakta yang berada pada level bawah menuju kesimpulan yang berada pada level atas berdasarkan fakta yang telah ada (Ratih Fitri Aini, Mohamad Hadi, 2016). Metode ini

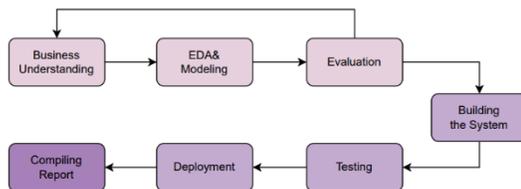
digunakan untuk menemukan fakta-fakta baru menggunakan sekumpulan *rule* yang telah disesuaikan dengan fakta.

2.3. K-Nearest Neighbor

K-Nearest Neighbor (KNN) merupakan salah satu algoritma *machine learning* yang memuat dan mengklasifikasikan seluruh data kasus menjadi data kasus baru berdasarkan jarak kedekatan. Algoritma ini masuk kedalam jenis *supervised learning* dikarenakan algoritmanya bekerja dengan cara menghubungkan pola data yang tersedia dengan dataset baru untuk menemukan suatu pola yang baru. KNN digunakan untuk mengklasifikasikan sampel baru berdasarkan atribut dan sample train. Untuk menghitung jarak, pada umumnya algoritma KNN menggunakan *euclidean distance* dan *manhattan distance* (Prasetio et al., 2018).

3. METODE PENELITIAN

Untuk hasil yang maksimal, diperlukan tahapan-tahapan yang harus disusun secara runtut. Oleh karena itu, peneliti menyusunnya menjadi beberapa langkah. Adapun langkah-langkah dalam penelitian ini digambarkan dalam bentuk flowchart (Gambar 1).



Gambar 1. Flowchart Langkah Implementasi

3.1. Business Understanding

Tahap pertama yang dilakukan untuk mengimplementasikan tujuan penelitian adalah *business understanding*. Tahap ini meliputi pengumpulan masalah dan menentukan metode yang akan digunakan. Pada tahap ini juga akan diambil data yang sesuai dengan objek penelitian yaitu data balita *stunting* dan tidak *stunting* untuk digunakan dalam analisis. Setelah itu dilakukan pemilihan feature dan melakukan format ulang terhadap data untuk dimasukkan kedalam tahap EDA.

3.2. EDA & Modeling

Tahap selanjutnya yaitu *Exploratory Data Analysis* (EDA). Pada tahap ini dilakukan pengambilan insights dari data yang telah dikumpulkan dengan cara analisis statistika mengenai uji hipotesis, menemukan anomali,

mencari korelasi antar data, pemusatan data, dan membersihkan serta memperbaiki data-data yang memiliki nilai null atau bias. Setelah itu dilakukan modeling terhadap data yang telah bersih. Data tersebut akan diprediksi menggunakan algoritma sistem pakar *forward chaining* dan KNN dengan *feature* yang telah dipilih sebelumnya. Pada tahap ini juga dibuat beberapa *rules* untuk melakukan prediksi. Feature yang digunakan untuk memprediksi *stunting* yaitu umur, jenis kelamin, tinggi badan, dan berat badan balita.

3.3. Evaluation

Pada tahap ini, digunakan untuk melihat apakah model yang kita pilih merupakan algoritma terbaik untuk diterapkan dengan cara melakukan *accuracy test*. Dengan diadakan evaluasi kita dapat mengetahui kelemahan, kekuatan, dan performa dari model. Setelah dilakukan evaluasi, dapat ditentukan apakah model perlu diberikan perlakuan lebih atau sudah dapat diterapkan. Pada kasus ini, proporsi data yang digunakan yaitu data train sebesar 80%, data test sebesar 20%.

3.4. Building the System

Tahap selanjutnya yaitu merancang dan membuat sistem menggunakan model yang telah didapatkan. Tahap ini merupakan tahap yang paling utama dalam pembuatan sistem prediksi *stunting* menggunakan sistem pakar. Pada tahap ini, model yang telah didapatkan dimasukkan kedalam sistem berbasis *website* yang dapat diakses oleh semua orang.

3.5. Testing

Setelah itu, dilakukan uji kelayakan terhadap sistem untuk persiapan *deployment*. Apabila sistem yang dibuat sudah lulus uji coba, maka sistem tersebut dapat diterapkan dan dilanjutkan ke tahap *deployment*. Namun, jika sistem belum memenuhi kriteria, maka sistem akan terus dirancang agar dapat sesuai dengan kriteria.

3.6. Deployment

Tahap selanjutnya yaitu penyebaran *website*. Pada tahap ini, *website* yang telah lulus uji coba akan diproduksi, disebarluaskan, dan akan diperkenalkan kepada publik.

3.7. Compiling Report

Tahap terakhir dari penelitian ini yaitu penyusunan laporan hasil akhir penelitian. Isi dari laporan ini meliputi latar belakang masalah, dasar serta kesimpulan. Pada tahap ini juga dilakukan evaluasi terhadap keseluruhan hasil penelitian.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari dataset yang didapatkan dilakukan pengujian dengan menggunakan *rules* yang telah didapat dari pakar. Pada sistem pakar dilakukan metode *forward chaining* dengan mulai mencari secara maju dengan menggunakan fakta fakta yang telah ada. Pada penelitian kali ini digunakan 2 metode pengembangan *rules*, yaitu dengan

menggunakan program kondisi manual dari *forward chaining* dan menggunakan *machine learning* sebagai pengambil keputusan. Kedua hasil dari metode penelitian akan dilakukan perbandingan, dan akan diambil metode terbaik yang akan digunakan pada sistem dan implementasi kedalam website.

Rule 1	IF umur balita = 1 bulan AND berat badan balita persermpaan < 3,2 atau laki laki < 3,4 AND tinggi badan balita persermpaan < 49,8 atau laki laki < 50,8	Rule 31	IF umur balita = 31 bulan AND berat badan balita persermpaan < 10,1 atau laki laki < 10,7 AND tinggi badan balita persermpaan < 84,3 atau laki laki < 85,7
Rule 2	IF umur balita = 2 bulan AND berat badan balita persermpaan < 3,9 atau laki laki < 4,3 AND tinggi badan balita persermpaan < 53,0 atau laki laki < 54,4	Rule 32	IF umur balita = 32 bulan AND berat badan balita persermpaan < 10,3 atau laki laki < 10,8 AND tinggi badan balita persermpaan < 84,9 atau laki laki < 86,4
Rule 3	IF umur balita = 3 bulan AND berat badan balita persermpaan < 4,5 atau laki laki < 5,0 AND tinggi badan balita persermpaan < 55,6 atau laki laki < 57,3	Rule 33	IF umur balita = 33 bulan AND berat badan balita persermpaan < 10,4 atau laki laki < 10,9 AND tinggi badan balita persermpaan < 85,6 atau laki laki < 86,9
Rule 4	IF umur balita = 4 bulan AND berat badan balita persermpaan < 5,0 atau laki laki < 5,6 AND tinggi badan balita persermpaan < 57,8 atau laki laki < 59,7	Rule 34	IF umur balita = 34 bulan AND berat badan balita persermpaan < 10,5 atau laki laki < 11,0 AND tinggi badan balita persermpaan < 86,2 atau laki laki < 87,5
Rule 5	IF umur balita = 5 bulan AND berat badan balita persermpaan < 5,4 atau laki laki < 6,0 AND tinggi badan balita persermpaan < 59,6 atau laki laki < 61,7	Rule 35	IF umur balita = 35 bulan AND berat badan balita persermpaan < 10,7 atau laki laki < 11,2 AND tinggi badan balita persermpaan < 86,8 atau laki laki < 88,1
Rule 6	IF umur balita = 6 bulan AND berat badan balita persermpaan < 5,7 atau laki laki < 6,4 AND tinggi badan balita persermpaan < 61,2 atau laki laki < 63,3	Rule 36	IF umur balita = 36 bulan AND berat badan balita persermpaan < 10,8 atau laki laki < 11,3 AND tinggi badan balita persermpaan < 87,4 atau laki laki < 88,7
Rule 7	IF umur balita = 7 bulan AND berat badan balita persermpaan < 6,0 atau laki laki < 6,7 AND tinggi badan balita persermpaan < 62,7 atau laki laki < 64,8	Rule 37	IF umur balita = 37 bulan AND berat badan balita persermpaan < 10,9 atau laki laki < 11,4 AND tinggi badan balita persermpaan < 88,0 atau laki laki < 89,2
Rule 8	IF umur balita = 8 bulan AND berat badan balita persermpaan < 6,3 atau laki laki < 6,9 AND tinggi badan balita persermpaan < 64,0 atau laki laki < 66,2	Rule 38	IF umur balita = 38 bulan AND berat badan balita persermpaan < 11,1 atau laki laki < 11,5 AND tinggi badan balita persermpaan < 88,6 atau laki laki < 89,8
Rule 9	IF umur balita = 9 bulan AND berat badan balita persermpaan < 6,5 atau laki laki < 7,1 AND tinggi badan balita persermpaan < 65,3 atau laki laki < 67,5	Rule 39	IF umur balita = 39 bulan AND berat badan balita persermpaan < 11,2 atau laki laki < 11,6 AND tinggi badan balita persermpaan < 89,2 atau laki laki < 90,3
Rule 10	IF umur balita = 10 bulan AND berat badan balita persermpaan < 6,7 atau laki laki < 7,4 AND tinggi badan balita persermpaan < 66,5 atau laki laki < 68,7	Rule 40	IF umur balita = 40 bulan AND berat badan balita persermpaan < 11,3 atau laki laki < 11,8 AND tinggi badan balita persermpaan < 89,8 atau laki laki < 90,9
Rule 11	IF umur balita = 11 bulan AND berat badan balita persermpaan < 6,9 atau laki laki < 7,6 AND tinggi badan balita persermpaan < 67,7 atau laki laki < 69,9	Rule 41	IF umur balita = 41 bulan AND berat badan balita persermpaan < 11,5 atau laki laki < 11,9 AND tinggi badan balita persermpaan < 90,4 atau laki laki < 91,4
Rule 12	IF umur balita = 12 bulan AND berat badan balita persermpaan < 7,0 atau laki laki < 7,7 AND tinggi badan balita persermpaan < 68,9 atau laki laki < 71,0	Rule 42	IF umur balita = 42 bulan AND berat badan balita persermpaan < 11,6 atau laki laki < 12,0 AND tinggi badan balita persermpaan < 90,9 atau laki laki < 91,9
Rule 13	IF umur balita = 13 bulan AND berat badan balita persermpaan < 7,2 atau laki laki < 7,9 AND tinggi badan balita persermpaan < 70,0 atau laki laki < 72,1	Rule 43	IF umur balita = 43 bulan AND berat badan balita persermpaan < 11,7 atau laki laki < 12,1 AND tinggi badan balita persermpaan < 91,5 atau laki laki < 92,4
Rule 14	IF umur balita = 14 bulan AND berat badan balita persermpaan < 7,4 atau laki laki < 8,1 AND tinggi badan balita persermpaan < 71,0 atau laki laki < 73,1	Rule 44	IF umur balita = 44 bulan AND berat badan balita persermpaan < 11,8 atau laki laki < 12,2 AND tinggi badan balita persermpaan < 92,0 atau laki laki < 93,0
Rule 15	IF umur balita = 15 bulan AND berat badan balita persermpaan < 7,6 atau laki laki < 8,3 AND tinggi badan balita persermpaan < 72,0 atau laki laki < 74,1	Rule 45	IF umur balita = 45 bulan AND berat badan balita persermpaan < 12,0 atau laki laki < 12,4 AND tinggi badan balita persermpaan < 92,5 atau laki laki < 93,5
Rule 16	IF umur balita = 16 bulan AND berat badan balita persermpaan < 7,7 atau laki laki < 8,4 AND tinggi badan balita persermpaan < 73,0 atau laki laki < 75,0	Rule 46	IF umur balita = 46 bulan AND berat badan balita persermpaan < 12,1 atau laki laki < 12,5 AND tinggi badan balita persermpaan < 93,1 atau laki laki < 94,0
Rule 17	IF umur balita = 17 bulan AND berat badan balita persermpaan < 7,9 atau laki laki < 8,6 AND tinggi badan balita persermpaan < 74,0 atau laki laki < 76,0	Rule 47	IF umur balita = 47 bulan AND berat badan balita persermpaan < 12,2 atau laki laki < 12,6 AND tinggi badan balita persermpaan < 93,6 atau laki laki < 94,4
Rule 18	IF umur balita = 18 bulan AND berat badan balita persermpaan < 8,1 atau laki laki < 8,8 AND tinggi badan balita persermpaan < 74,9 atau laki laki < 76,9	Rule 48	IF umur balita = 48 bulan AND berat badan balita persermpaan < 12,3 atau laki laki < 12,7 AND tinggi badan balita persermpaan < 94,1 atau laki laki < 94,9
Rule 19	IF umur balita = 19 bulan AND berat badan balita persermpaan < 8,2 atau laki laki < 8,9 AND tinggi badan balita persermpaan < 75,8 atau laki laki < 77,7	Rule 49	IF umur balita = 49 bulan AND berat badan balita persermpaan < 12,4 atau laki laki < 12,8 AND tinggi badan balita persermpaan < 94,6 atau laki laki < 95,4
Rule 20	IF umur balita = 20 bulan AND berat badan balita persermpaan < 8,4 atau laki laki < 9,1 AND tinggi badan balita persermpaan < 76,7 atau laki laki < 78,6	Rule 50	IF umur balita = 50 bulan AND berat badan balita persermpaan < 12,6 atau laki laki < 12,9 AND tinggi badan balita persermpaan < 95,1 atau laki laki < 95,9
Rule 21	IF umur balita = 21 bulan AND berat badan balita persermpaan < 8,6 atau laki laki < 9,2 AND tinggi badan balita persermpaan < 77,5 atau laki laki < 79,4	Rule 51	IF umur balita = 51 bulan AND berat badan balita persermpaan < 12,7 atau laki laki < 13,1 AND tinggi badan balita persermpaan < 95,6 atau laki laki < 96,4
Rule 22	IF umur balita = 22 bulan AND berat badan balita persermpaan < 8,7 atau laki laki < 9,4 AND tinggi badan balita persermpaan < 78,4 atau laki laki < 80,2	Rule 52	IF umur balita = 52 bulan AND berat badan balita persermpaan < 12,8 atau laki laki < 13,2 AND tinggi badan balita persermpaan < 96,1 atau laki laki < 96,9
Rule 23	IF umur balita = 23 bulan AND berat badan balita persermpaan < 8,9 atau laki laki < 9,5 AND tinggi badan balita persermpaan < 79,2 atau laki laki < 81,0	Rule 53	IF umur balita = 53 bulan AND berat badan balita persermpaan < 12,9 atau laki laki < 13,3 AND tinggi badan balita persermpaan < 96,6 atau laki laki < 97,4
Rule 24	IF umur balita = 24 bulan AND berat badan balita persermpaan < 9,0 atau laki laki < 9,7 AND tinggi badan balita persermpaan < 80,0 atau laki laki < 81,7	Rule 54	IF umur balita = 54 bulan AND berat badan balita persermpaan < 13,0 atau laki laki < 13,4 AND tinggi badan balita persermpaan < 97,1 atau laki laki < 97,8
Rule 25	IF umur balita = 25 bulan AND berat badan balita persermpaan < 9,2 atau laki laki < 9,8 AND tinggi badan balita persermpaan < 80,0 atau laki laki < 81,7	Rule 55	IF umur balita = 55 bulan AND berat badan balita persermpaan < 13,2 atau laki laki < 13,5 AND tinggi badan balita persermpaan < 97,6 atau laki laki < 98,3
Rule 26	IF umur balita = 26 bulan AND berat badan balita persermpaan < 9,4 atau laki laki < 10,0 AND tinggi badan balita persermpaan < 80,8 atau laki laki < 82,5	Rule 56	IF umur balita = 56 bulan AND berat badan balita persermpaan < 13,3 atau laki laki < 13,6 AND tinggi badan balita persermpaan < 98,1 atau laki laki < 98,8
Rule 27	IF umur balita = 27 bulan AND berat badan balita persermpaan < 9,5 atau laki laki < 10,1 AND tinggi badan balita persermpaan < 81,5 atau laki laki < 83,1	Rule 57	IF umur balita = 56 bulan AND berat badan balita persermpaan < 13,4 atau laki laki < 13,7 AND tinggi badan balita persermpaan < 98,5 atau laki laki < 99,3
Rule 28	IF umur balita = 28 bulan AND berat badan balita persermpaan < 9,7 atau laki laki < 10,2 AND tinggi badan balita persermpaan < 82,2 atau laki laki < 83,8	Rule 58	IF umur balita = 58 bulan AND berat badan balita persermpaan < 13,5 atau laki laki < 13,8 AND tinggi badan balita persermpaan < 99,0 atau laki laki < 99,7
Rule 29	IF umur balita = 29 bulan AND berat badan balita persermpaan < 9,8 atau laki laki < 10,4 AND tinggi badan balita persermpaan < 82,9 atau laki laki < 84,5	Rule 59	IF umur balita = 59 bulan AND berat badan balita persermpaan < 13,6 atau laki laki < 14,0 AND tinggi badan balita persermpaan < 99,5 atau laki laki < 100,2
Rule 30	IF umur balita = 30 bulan AND berat badan balita persermpaan < 10,0 atau laki laki < 10,5 AND tinggi badan balita persermpaan < 83,6 atau laki laki < 85,1	Rule 60	IF umur balita = 60 bulan AND berat badan balita persermpaan < 13,7 atau laki laki < 14,1 AND tinggi badan balita persermpaan < 99,9 atau laki laki < 100,7

Gambar 2. Data Rule Forward Chaining

3.1 Pengkondisian Manual (*Forward Chaining*)

Pengkondisian manual dilakukan dengan memasukkan *rules* ke dalam program. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah Python.

dengan melakukan perubahan *rules* kedalam format kondisi python maka didapat sebuah program yang dapat mengklasifikasikan kondisi gizi pada balita, apakah mengalami *stunting* atau

tidak. Dengan menggunakan kondisi IF awal adalah umur, kemudian membuat *nested* IF dari umur tersebut yaitu pilihan jenis kelamin kemudian didalam jenis kelamin dibuat lagi *nested* IF dengan kondisi berat badan dan tinggi badan. Pada kondisi kali ini adalah dengan menggunakan *and statement*, dimana jika salah satu kondisi tidak terpenuhi maka false, jadi harus memenuhi kedua syarat agar kondisi tidak *stunting*. Untuk contoh kondisi program bisa dilihat pada gambar 3.

```

if umur == 1:
    if jk == 'p' or jk == 'P':
        if bb < 3.2 and tb < 49.8:
            print ("=====")
            print ("Hasil Prediksi >> Stunting")
            print ("=====")
        else:
            print ("=====")
            print ("Hasil Prediksi >> Tidak Stunting")
            print ("=====")
    elif jk == 'l' or jk == 'L':
        if bb < 3.4 and tb < 50:
            print ("=====")
            print ("Hasil Prediksi >> Stunting")
            print ("=====")
        else:
            print ("=====")
            print ("Hasil Prediksi >> Tidak Stunting")
            print ("=====")
    else:
        print ("Masukkan Jenis Kelamin yang Valid")
    
```

Gambar 3. Contoh Kondisi Program Manual

Kemudian dilakukan pengujian oleh sistem dan hasil pengujian dapat dilihat pada gambar 4.

```

=====
===== SISTEM PENDETEKSI STUNTING =====
=====
Masukkan Umur (dalam bulan): 29
Masukkan Jenis Kelamin (L/P): l
Masukkan Berat Badan: (dalam kg): 11.6
Masukkan Tinggi badan: (dalam cm): 85
=====
Hasil Prediksi >> Tidak Stunting
=====
    
```

Gambar 4. Contoh Keluaran Program Manual

Dapat dilihat pada gambar 4. dengan parameter yang dimasukkan dapat menghasilkan prediksi tidak *stunting*. Hasil prediksi akan mengikuti *rules* yang telah dibuat dalam fungsi program. Untuk itu, dengan menggunakan metode ini dapat lebih memaksimalkan akurasi dari hasil prediksi.

3.2 Machine Learning

Pengujian selanjutnya adalah dengan menggunakan *machine learning*. Pada *machine learning*, data harus memiliki label, agar dapat dilakukan klasifikasi. Pelabelan dilakukan secara

manual dengan menggunakan *rules* yang telah ditetapkan. Sehingga didapatkan nilai variabel independen atau *features* yaitu jenis kelamin, usia, tinggi badan dan berat badan. Sedangkan variabel dependen atau target-nya adalah hasil labeling *stunting* yang dilakukan secara manual pada proses sebelumnya, yang berisi *data categorical* dengan nilai *stunting* dan tidak *stunting*. Jika tinggi badan dan berat badan kurang dari nilai yang ditetapkan pada setiap usia, maka hal tersebut dapat dikatakan *stunting*. Selanjutnya dilakukan split pada *data train* dan *data test*, dengan proporsi 0.8 *data train* dan 0.2 *data test*. Setelah dilakukan training dan testing data akan di fit ke dalam model *machine learning*. Dengan membandingkan beberapa algoritma didapat hasil sebagai berikut:

Algoritma	Accuracy
GNB	0.80
MNB	0.65
DTC	0.90
SVM	0.85
KNN	0.85

Pada tabel 1. dapat dilihat model yang memiliki akurasi tertinggi adalah *Decision Tree Classifier* (DTC), namun saat dilakukan fitting pada data, algoritma DTC tidak dapat memprediksi hasil *stunting*, jadi model DTC dapat dikatakan kurang cocok dengan data ini. Selanjutnya algoritma yang dipilih adalah algoritma dengan akurasi tertinggi kedua yaitu *K-Nearest Neighbor* (KNN) dan *Support Vector Machine* (SVM). Pada kasus kali ini KNN lah yang dipilih sebagai algoritma untuk pemodelan data, karena menghasilkan hasil yang lebih akurat setelah dilakukan percobaan dengan memasukkan beberapa variabel ke dalam model dan diperoleh hasilnya.

Kemudian masing-masing model dari kedua metode yang telah selesai dibuat, akan dilakukan perbandingan untuk mengetahui metode mana yang lebih baik. Perbandingan hasil metode *machine learning* dengan menggunakan *K-Nearest-Neighbor* dan Sistem Pakar *forward chaining* dilakukan dengan membandingkan hasil prediksi dari kedua metode dan melihat metode mana yang lebih akurat dalam melakukan prediksi. Dimasukkan parameter yang sama antara *K-Nearest Neighbor* dan sistem Ppkar *forward chaining* dengan 10 kali pengujian. Adapun data yang diujikan adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Data Pengujian Model

Jenis Kelamin	Umur	TB	BB	Label
Laki-Laki	29	85	11.6	Tidak Stunting
Perempuan	42	91	13.1	Tidak Stunting
Laki-Laki	44	92	8.3	Stunting
Laki-Laki	1	48	3	Stunting
Perempuan	9	63.2	6.2	Stunting
Perempuan	12	71.6	7.8	Tidak Stunting
Laki-Laki	28	84.4	11.4	Tidak Stunting
Laki-Laki	34	88.1	11.2	Tidak Stunting
Perempuan	50	94.2	12.1	Stunting
Perempuan	3	54.6	4.3	Stunting

Data pengujian dimasukkan kedalam model yang telah dibuat untuk kemudian dilakukan pengujian. Pertama, data pengujian dimasukkan kedalam metode manual dengan *forward chaining* yang dimasukkan kedalam program python, contoh masukkan data *forward chaining* dapat dilihat pada gambar 4.

Kemudian dimasukkan juga data pengujian yang terdiri dari jenis kelamin, usia balita, tinggi badan dan berat badan kedalam model KNN. Lalu dilakukan prediksi dengan memanggil method *predict* dari *sklearn*, kemudian dapat dilihat hasil prediksi dari output program. Screenshoot program dapat dilihat pada gambar 5.

```

data_baru = [[1, 29, 85, 11.6],
             [2, 42, 91.0, 13.1],
             [1, 44, 92, 8.3],
             [1, 1, 48, 3.0],
             [2, 9, 63.2, 6.2],
             [2, 12, 71.6, 7.8],
             [1, 28, 84.4, 11.4],
             [1, 34, 88.1, 11.2],
             [2, 50, 94.2, 12.1],
             [2, 3, 54.6, 4.3]]

preds = model4.predict(data_baru)
preds
    
```

Warning: X warnings.warn(array(['Tidak Stunting', 'Tidak Stunting', 'Stunting', 'Tidak Stunting', 'Stunting', 'Tidak Stunting', 'Tidak Stunting', 'Tidak Stunting', 'Stunting', 'Tidak Stunting'], dtype=object))

Gambar 5. Screenshoot prediksi dengan KNN

Setelah data pengujian dimasukkan kedalam dua model, lalu hasil prediksi data pengujian dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Prediksi Model

Metode	Prediksi	Hasil
<i>Forward Chaining</i>	Tidak Stunting	BENAR
<i>Forward Chaining</i>	Tidak Stunting	BENAR
<i>Forward Chaining</i>	Stunting	BENAR
<i>Forward Chaining</i>	Stunting	BENAR
<i>Forward Chaining</i>	Tidak Stunting	BENAR
<i>Forward Chaining</i>	Tidak Stunting	BENAR
<i>Forward Chaining</i>	Stunting	BENAR
<i>Forward Chaining</i>	Stunting	BENAR
KNN	Tidak Stunting	BENAR
KNN	Tidak Stunting	BENAR
KNN	Stunting	BENAR
KNN	Tidak Stunting	SALAH
KNN	Stunting	BENAR
KNN	Tidak Stunting	BENAR
KNN	Tidak Stunting	BENAR
KNN	Stunting	BENAR
KNN	Tidak Stunting	SALAH

Dari hasil pada Tabel 3. dapat dilihat bahwa prediksi dari sistem pakar *forward chaining* dapat melakukan prediksi benar 10/10 percobaan, dapat dikatakan bahwa akurasi *forward chaining* pada tahap percobaan adalah 100 persen. Sedangkan KNN hanya dapat melakukan prediksi benar 8/10, dapat dikatakan juga bahwa akurasi dari metode *machine learning* dengan menggunakan KNN adalah 80 persen. KNN tidak dapat memprediksi nilai dari input user yang memiliki range terlalu jauh dari rata rata tinggi badan dan berat badan balita. Hal tersebut dapat terjadi dikarenakan sedikitnya data yang di training kedalam model. Sehingga sudah dapat dilihat untuk metode terbaik adalah metode sistem pakar dengan menggunakan *forward chaining*.

Jadi metode sistem pakar *forward chaining* menjadi model yang terpilih dari perbandingan model pada penelitian kali ini, sehingga sistem pakar *forward chaining* akan ditetapkan sebagai model yang akan dilanjutkan ke langkah selanjutnya.

Metode yang telah dipilih kemudian dilakukan *deploying* kedalam website. *Deploying* dilakukan dengan menggunakan *framework Streamlit* dari Python. Kemudian *deploying* menggunakan *cloud hosting* gratis dari streamlit dengan menyimpan kode program kedalam GitHub, sehingga website telah muncul di internet dan dapat digunakan oleh masyarakat. Adapun tampilan website yang telah dibuat dapat dilihat pada gambar 5.

STUNTING DETECTION

Masukkan Umur (dalam bulan):

 - +

Masukkan Jenis Kelamin (L/P):

Masukkan Berat Badan (dalam kg):

 - +

Masukkan Tinggi Badan (dalam cm):

 - +

Prediksi

Hasil Prediksi : Stunting

Gambar 6. Website Prediksi *Stunting*

(<https://grayscale636-det-app-ieapaa.streamlit.app/>)

Dari gambar 6. dapat dilihat bahwa dengan parameter inputan berupa umur, jenis kelamin, berat badan, dan tinggi badan, sistem sudah dapat melakukan prediksi yang dibuktikan dengan hasil prediksi yang tertera. User dapat menyesuaikan sendiri nilai dari parameter yang diinputkan. Tampilan website dibuat sederhana agar mempermudah user dalam menggunakan aplikasi.

5. KESIMPULAN

Stunting merupakan masalah serius yang harus segera diatasi. Hal tersebut dibuktikan dengan tingginya kasus *stunting* yang ada di Indonesia. Namun kebanyakan orang tua di Indonesia masih kurang memperhatikan kebutuhan gizi anaknya. Untuk mengurangi tingginya kasus *stunting*, bisa dilakukan dengan deteksi *stunting* sejak dini. Pada penelitian ini, dibuat sebuah sistem yang berbasis *web app* untuk mendeteksi balita *stunting*. Terdapat dua metode yang dibandingkan

yaitu sistem pakar *forward chaining* dan *machine learning* menggunakan *K-Nearest Neighbor*. Kemudian dari kedua model dilakukan pengujian dengan menggunakan data *random* dari parameter *stunting* yaitu jenis kelamin, usia, berat badan, dan tinggi badan. Dari 10 kali pengujian, didapatkan hasil yaitu sistem pakar *forward chaining* dapat memprediksi dengan benar 10 persoalan yang diberikan sedangkan *K-Nearest Neighbor* hanya dapat memprediksi dengan benar 8 persoalan yang diberikan.

Jadi dapat dikatakan akurasi pengujian untuk sistem pakar *forward chaining* adalah 100% sedangkan dengan *machine learning* menggunakan KNN adalah 80%. Sehingga metode sistem pakar *forward chaining* terpilih untuk di *deploy* kedalam *website*. *Website* dibangun menggunakan *framework Streamlit* dari Python yang didalamnya terdapat sistem pakar *forward chaining* untuk melakukan prediksi. Hasil prediksi diharapkan dapat membantu orang tua maupun pihak posyandu dalam memperbaiki kualitas gizi balita. Sehingga kasus *stunting* akan berangsur-angsur berkurang seiring dengan bertambahnya pengetahuan terkait *stunting*.

Untuk penelitian selanjutnya, diharapkan peneliti bisa menggunakan metode *machine learning* yang lebih beragam dan lebih banyak dataset agar hasil atau akurasi dari model yang didapatkan lebih tinggi. Kemudian untuk perancangan dan pembangunan sistem bisa lebih ditingkatkan untuk kompleksitas dari sistem, seperti menambahkan sistem kedalam fitur di aplikasi e-posyandu yang dapat diakses oleh masyarakat.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Febriani Yusuf, S., & Siregar, N. (2022). Deteksi Dini tentang Ciri-Ciri *Stunting* pada Balita di Huta Holbung Kec. Angkola Muaratais Kab. Tapanuli Selatan. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Aufa (JPMA)*, 4(8.5.2017), 2003–2005.
- Harkamsyah, A. (2022). Sistem Pakar *Stunting* Pada Balita Menggunakan Metode *Forward Chaining* & *Naïve Bayes*. *Jurnal Sains Informatika Terapan (JSIT)*, 1(2), 115–119. <https://rcf-indonesia.org/jurnal/index.php/jsit>
- Jasa, K. (2000). Bab 2 Landasan Teori. *Aplikasi Dan Analisis Literatur Fasilkom UI*, m(1998), 7–34. <http://elib.unikom.ac.id/files/disk1/655/jbpt-unikompp-gdl-supriadini-32740-6-12.unik-i.pdf>

- Kasus, S., Bumiaji, P., Kerja, W., Kesehatan, D., Batu, K., Affandi, L., Arianto, R., Firdausy, H. H., Studi, P., Informatika, T., Informasi, J. T., & Malang, P. N. (2021). Implementasi Algoritma Fuzzy C-Means pada Kasus *Stunting* Balita Berbasis Website. *Seminar Informatika Polinema*, 2021.
- Kusumawati, R. (2018). Kecerdasan Buatan Manusia (Artificial Intelligence); Teknologi Impian Masa Depan. *ULUL ALBAB Jurnal Studi Islam*, 9(2), 257–274. <https://doi.org/10.18860/ua.v9i2.6218>
- Kuswanti, I., & Azzahra, S. (2022). Hubungan pengetahuan ibu tentang pemenuhan gizi seimbang dengan perilaku pencegahan *stunting* pada balita. *Jurnal Kebidanan Indonesia*, 13(1), 15–22. <https://www.jurnal.stikesmus.ac.id/index.php/JKebIn/article/view/560>
- Prasetio, R. T., Rismayadi, A. A., & Anshori, I. F. (2018). Implementasi Algoritma Genetika pada k-nearest neighbours untuk Klasifikasi Kerusakan Tulang Belakang. *Jurnal Informatika*, 5(2), 186–194. <https://doi.org/10.31311/ji.v5i2.4123>
- Rahmadhita, K. (2020). Permasalahan *Stunting* dan Pencegahannya. *Jurnal Ilmiah Kesehatan Sandi Husada*, 11(1), 225–229. <https://doi.org/10.35816/jiskh.v11i1.253>
- Ratih Fitri Aini, Mohamad Hadi, M. M. (2016). Perancangan Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Jantung Dengan Metode Forward Chaining. *J I M P - Jurnal Informatika Merdeka Pasuruan*, 1(2), 75–79. <https://doi.org/10.37438/jimp.v1i2.21>
- Rosana, A. S. (2010). Kemajuan Teknologi Informasi dan Komunikasi dalam Industri Media di Indonesia. *Gema Eksos*, 5(2), 146–148. <https://www.neliti.com/id/publications/218225/kemajuan-teknologi-informasi-dan-komunikasi-dalam-industri-media-di-indonesia>
- Sutarno, H. H., Latuconsina2, R., & Dinimaharawati3, A. (2021). Prediksi *Stunting* Pada Balita Dengan Menggunakan Algoritma Klasifikasi K-Nearest Neighbors Prediction in Children Using K-Nearest Neighbors Classification Algorithm. *E-Proceeding of Engineering*, 8(5), 6657–6661. <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/16456/16167>
- Wardita, Y., Suprayitno, E., & Kurniyati, E. M. (2021). Determinan Kejadian *Stunting* pada Balita. *Journal Of Health Science (Jurnal Ilmu Kesehatan)*, 6(1), 7–12. <https://doi.org/10.24929/jik.v6i1.1347>