

PEMANFAATAN ALGORITMA *RESTRICTED BOLTZMANN MACHINES* (RBM) UNTUK PREDIKSI DINI KANKER PARU-PARU

Toni Arifin¹, Wira Sanjaya², Imam Muhammad Mannar Shahih³, Elin Sopiah⁴,

¹Universitas Adhirajasa Reswara Sanjaya
*e-mail korespondensi: toni.arifin@ars.ac.id

²Universitas Adhirajasa Reswara Sanjaya
e-mail: immshahih20@gmail.com

³Universitas Adhirajasa Reswara Sanjaya
e-mail: gitgit367@gmail.com

⁴Universitas Adhirajasa Reswara Sanjaya
e-mail: wirasanjaya142@gmail.com

Abstrak

Kanker paru-paru menjadi salah satu penyebab utama kematian akibat kanker di Amerika Serikat dan di seluruh dunia. Tingkat kematian yang tinggi dari penyakit ini terutama disebabkan oleh fakta bahwa sebagian besar kanker paru-paru didiagnosis telah memburuk atau sudah stadium lanjut, di mana untuk pengobatannya dilakukan dengan cara paliatif. Pengalaman dengan tumor epitel lain, seperti kanker rahim, usus besar, serviks, dan esofagus, telah menunjukkan bahwa jika lesi neoplastik dapat dideteksi dan diobati pada tahap intra epitelnya, peluang untuk bertahan hidup dapat ditingkatkan secara signifikan. dalam penelitian ini penulis menggunakan dataset hasil diagnosis dari gejala yang dialami sebelum akhirnya menjadi kanker paru-paru. Dalam dataset ini berisikan 15 atribut yang digunakan sebagai penentu diagnosis dan pada kolom ke-16 berisikan keterangan apakah benar terjadi kanker paru-paru atau tidak. Tujuan dari penelitian ini adalah memanfaatkan kumpulan data tersebut dan menggunakan algoritma *Restricted Boltzmann Machines* untuk menemukan pola yang dapat digunakan untuk mendiagnosis kanker paru-paru yang akan sangat membantu ahli dalam mengidentifikasi kanker paru-paru lebih dini sebelum berlanjut ke stadium lanjut. Hasil penerapan metode *Restricted Boltzmann Machines* mendapatkan nilai akurasi yang tinggi dan memuaskan dengan nilai sebesar 0,84 atau 84%.

Kata Kunci: *Restricted Boltzmann Machines (RBM), Lung Cancer, Deep Learning.*

Abstract

*Lung cancer is one of the leading causes of cancer death in the United States and worldwide. The high mortality rate from this disease is mainly due to the fact that most lung cancers are diagnosed as having worsened or are in an advanced stage, where the treatment is carried out by palliative means. Experience with other epithelial tumors, such as carcinomas of the uterus, colon, cervix, and esophagus, has shown that if neoplastic lesions can be detected and treated at their intraepithelial stage, the chances of survival can be significantly improved. In this study, the authors used a dataset of diagnostic results from symptoms experienced before it eventually became lung cancer. This dataset contains 15 attributes that are used to determine the diagnosis and the 16th column contains information on whether lung cancer is true or not. The aim of this research is to take advantage of this data set and use the *Restricted Boltzmann Machines* algorithm to find patterns that can be used to diagnose lung cancer which will greatly assist experts in identifying lung cancer earlier before it progresses to an advanced stage. The results of applying the *Restricted Boltzmann Machines* method get a high and satisfying accuracy value of 0.84 or 84%.*

Keywords: *Restricted Boltzmann Machines (RBM), Lung Cancer, Deep Learning.*

1. Pendahuluan

Kanker paru-paru merupakan salah satu penyebab utama kematian Amerika Serikat dan di seluruh dunia (Buana & Harahap, 2022) (Rizal & Usman, 2010). Di dunia tumor atau kanker paru paru masih mejadi penyebab kematian nomor 1 disusul pneumonia atau nama lainnya adalah infeksi saluran pernafasan (Angriawan et al., 2022). Tumor atau kanker paru paru merupakan benjolan yang tidak normal yang dapat tumbuh atau berkembang pada jaringan paru paru (Juwita et al., 2021), sama halnya dengan tumor lain, kanker atau tumor paru paru bisa saja bersifat ganas dan bisa juga bersifat jinak (Iqbalawaty et al., 2019).

Tingkat kematian yang tinggi dari penyakit ini disebabkan karena kanker paru-paru sudah masuk pada stadium lanjut dan ketika pilihan pengobatan sebagian besar bersifat paliatif (Buana & Harahap, 2022). Pengalaman dengan tumor epitel lain, seperti serviks, esofagus, dan usus besar, telah menunjukkan bahwa jika lesi neoplastik dapat dideteksi dan diobati pada tahap intra epitelnya (Soemanadi et al., 2015), peluang untuk bertahan hidup dapat ditingkatkan secara signifikan. Dengan demikian, untuk mengurangi angka kematian kanker paru-paru, teknik dan pendekatan baru harus dikembangkan untuk mendiagnosis dan mengobati lesi preinvasif (Wistuba & Gazdar, 2006).

Secara historis, satu-satunya tes diagnostik yang tersedia untuk mendeteksi kanker paru-paru pada tahap awal adalah radiografi dada dan sitologi dahak (Buana & Harahap, 2022). Kemanjuran tes tersebut sebagai alat skrining massal yang dapat dievaluasi dalam uji coba terkontrol yang disponsori oleh NCI3 dan dilakukan di Universitas Johns Hopkins, Pusat Kanker Memorial Sloan-Kettering, dan Klinik Mayo selama tahun 1970-an (Hirsch et al., 2001).

Meskipun radiografi dada telah banyak digunakan untuk skrining, kanker paru-paru perifer kecil tidak terlihat jelas. Oleh karena itu, teknik diagnostik yang mendeteksi kanker pada tahap awal diperlukan untuk menurunkan mortalitas kanker paru (Sone et al., 1998) (Putri et al., 2023).

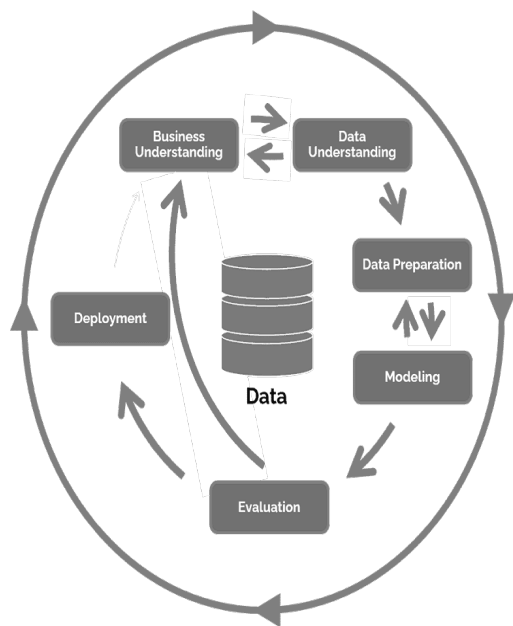
Pengobatan kanker paru-paru saat ini bervariasi sesuai dengan jenis histologis dan tingkat anatomi, atau stadium tumor (Megawati, 2018) yang masuk dalam kategori 4 Jenis sel kecil kanker paru-paru

dan memiliki kecenderungan untuk penyebaran dini dan luas dan paling baik diobati dengan kemoterapi dan radiasi (Kandou et al., 2016).

Resiko besar ketika sel kanker dibiarkan dalam jangka waktu yang lama akan memberikan kerugian yang amat mematikan (Kurnaesih et al., 2018), namun dengan banyaknya data diagnosis yang telah dikumpulkan dan adanya teknologi untuk mengelola kumpulan data dengan jumlah banyak untuk mendapatkan sebuah pola dapat dimanfaatkan untuk pencegahan dini kanker paru-paru (Hossny et al., 2017).

Dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, pembelajaran mesin yang diterapkan untuk identifikasi kanker paru-paru dapat membantu ahli dalam memprediksi kanker paru-paru (Hermawati & Safii, 2021).

Machine Learning (ML) merupakan bidang penelitian yang penting dari kecerdasan buatan (Wiranda et al., 2020) dan dapat membantu komputer dalam melakukan pemodelan berdasarkan pengalaman (Aini et al., 2021) dan dapat secara akurat memprediksi peristiwa di masa depan (Idris et al., 2022). Pendekatan *Machine Learning* (ML) yang utama dapat diklasifikasikan ke dalam dua kategori utama: pembelajaran terawasi dan pembelajaran tanpa pengawasan (Saputra, 2019). Masalah khas dalam pembelajaran terawasi adalah klasifikasi sedangkan pembelajaran tanpa pengawasan cukup umum dalam masalah pengelompokan (Pratama, 2020). Model yang biasa digunakan dalam penerapan konsep *Machine Learning* (ML) adalah Cross-Industry Standard Process for Data Mining atau CRISP-DM (Rivo et al., 2012), yang ditunjukkan pada Gambar 1 dibawah ini.

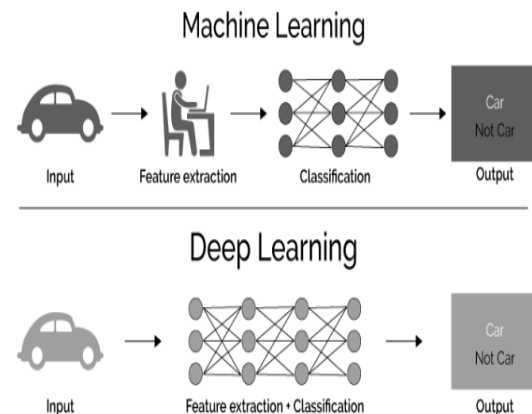


Gambar 1. Cross-Industry Standard Process for Data Mining

Teknik ML telah banyak dan berhasil diterapkan ke berbagai bidang seperti kesehatan, pendidikan, jaringan sensor nirkabel dan keuangan. Makalah ini memberikan gambaran umum tentang penggunaan teknik ML di bidang manufaktur (Dogan & Birant, 2021).

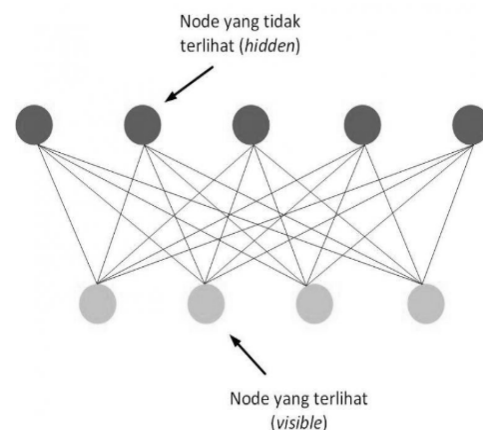
Deep learning merupakan bagian dari *metode machine learning* yang berbasis jaringan syaraf tiruan. Metode ini digunakan untuk menangani kumpulan data besar dengan menggunakan algoritma backpropagation (Marifatul Azizah et al., 2018) untuk menunjukkan bagaimana mesin harus mengubah parameter internal yang digunakan untuk menghitung representasi di setiap lapisan dari representasi di lapisan sebelumnya (LeCun et al., 2015).

Deep learning digunakan sebagai pendekatan pembelajaran mesin untuk memecahkan deteksi objek, klasifikasi gambar dan segmentasi semantic (Hossny et al., 2017) (Hastomo et al., 2021).



Gambar 1. Perbandingan Machine learning dan Deep Learning (Sperling, 2018)

Salah satu algoritma dari *deep learning* yang dapat digunakan untuk memprediksi adalah *Restricted Boltzmann Machines (RBM)* (Zayyad & Kurnawardhani, 2021). Di bawah ini adalah arsitektur dari metode *Restricted Boltzmann Machines (RBM)* dan persamaan dari metode *Restricted Boltzmann Machines (RBM)*.



Gambar 2. Arsitektur dari metode *Restricted Boltzmann Machines (RBM)* (Sari, 2020).

Persamaan dari metode *Restricted Boltzmann Machines (RBM)* adalah sebagai berikut (LeCun et al., 2015):

$$E(V, H) = - \sum_i a^i V^i - \sum_j b^j H^j - \sum_{i,j} V^i J^j W^{i,j}$$

Dimana :

i ($i = 1, 2, 3, \dots, n$) untuk mewakili jumlah dari visible neuron,

j ($j = 1, 2, 3, \dots, n$) untuk mewakili jumlah dari hidden neuron.

V_i =binary state dari visible unit i .

H_j =adalah binari state dari hidden unit j ,

A_i =adalah bias dari unit visible,

b_i = adalah bias dari unit hidden dan
 W_{ij} = adalah bobot antara unit visible dan unit hidden.

Unit hidden diinisialisasi dan diperbarui menggunakan persamaan berikut, di mana H_j dari setiap unit hidden j diatur satu dengan probabilitas:

$$1(H_j, V) = \sigma(b_j + \sum_i V^i W^{ij})$$

Dimana:

$\sigma(x)$ adalah fungsi sigmoid

$$\sigma(x) = \frac{1}{1 + \exp(-x)}$$

Restricted Boltzmann Machines (RBM) adalah model probabilistik yang menggunakan lapisan variabel atau unit biner tersembunyi untuk memodelkan distribusi lapisan variabel yang terlihat (Larochelle et al., 2012).

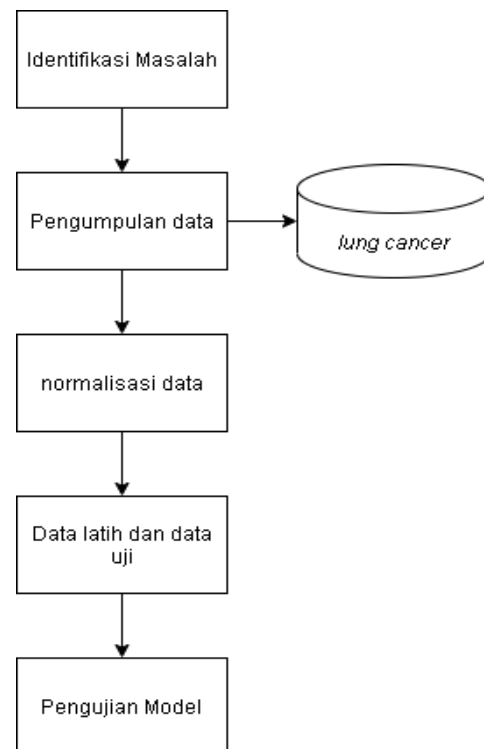
Restricted Boltzmann Machines (RBM) mempunyai hasil yang baik, itu di buktikan pada penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya diantaranya adalah untuk identifikasi plat nomor kendaraan dengan menggunakan teknik *image processing* untuk ekstraksi data, penelitian ini menghasilkan akurasi 87,1% (Darmawan, 2018).

Pada penelitian lain RBM diterapkan untuk peringkasan teks yang menghasilkan dokumen yang lebih pendek dari dokumen aslinya dengan mengambil kalimat inti dari dokumen tersebut, sehingga pembaca dapat memahami lebih cepat dokumen yang dibaca, hasil penelitian ini menunjukkan RBM dapat menghasilkan nilai recall 0.700, precision 0.560 dan f-measure 0.620 (Widiastutik et al., 2019).

RBM juga diterapkan untuk pengenalan tanda tangan, penelitian ini menggunakan 10 responden dimana setiap responden diambil 15 data tanda tangan. Untuk tahap training menggunakan 120 tanda tangan dari setiap respondennya diambil 12 tanda tangan, kemudian dalam tahapan testing, data yang digunakan sebanyak 30 tanda tangan yang didapatkan dari setiap respondennya sebanyak 3 tanda tangan, hasil dari penelitian ini menunjukkan metode RBM mampu menghasilkan nilai akurasi 90% (Majid & Dewi, 2019).

2. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini telah dilakukan beberapa tahapan yang digunakan untuk mendapatkan hasil dari penelitian ini, dalam gambar 3 di bawah ini menjelaskan tahapan penelitian yang dilakukan



Gambar 3. Tahapan Penelitian

Berdasarkan gambar diatas, tahapan penelitiannya akan dijelaskan sebagai berikut:

a. Identifikasi Masalah

Dalam suatu penelitian biasanya berangkat dari suatu masalah yang terjadi, kemudian sesudah penelitian dilakukan terdapat hasil atau solusi terhadap permasalahannya (Novtiar & Aripin, 2017). Pada penelitian ini, peneliti memilih topik kanker paru-paru.

b. Pengumpulan Data

Peneliti disini melakukan pencarian data yang berkaitan dengan masalah kanker paru-paru, data tersebut nantinya akan digunakan sebagai data latih dan data uji pada *machine learning*. Penelitian ini menggunakan data dengan judul "*lung cancer*" yang didapatkan dari situs *kaggle*. Di bawah ini adalah nama-nama atribut dalam dataset *lung cancer*

Tabel 1 Dataset Lung Cancer

No	ATTRIBUTE
1	GENDER
2	AGE
3	SMOKING
4	YELLOW_FINGERS
5	ANXIETY
6	PEER_PRESSURE
7	CHRONIC DISEASE
8	FATIGUE
9	ALLERGY
10	WHEEZING
11	ALCOHOL CONSUMING
12	COUGHING
13	SHORTNESS OF BREATH
14	SWALLOWING DIFFICULTY
15	CHEST PAIN
16	LUNG CANCER (CLASS)

c. Normalisasi Data

Normalisasi data merupakan suatu proses transformasi data yang bertujuan untuk mendapatkan data berupa numerik (Harani et al., 2020) (Pamungkas et al., 2020). Setelah mempunyai data *input*, kita harus melakukan *pre-processing data* untuk memastikan komparabilitas data (Vafaei et al., 2018)

d. Data Latih dan Data Uji

Setelah tahapan normalisasi data dilakukan, maka data tersebut sudah siap digunakan untuk pengujian (Pandika Pinata et al., 2020). Sebelum diuji data tersebut akan dibagi 2 terlebih dahulu menjadi data latih dan data uji. Data latih merupakan data yang dijadikan sebagai contoh untuk menemukan pola pada algoritma, sedangkan data tes digunakan sebagai data uji pada pola yang sudah ditemukan sebelumnya (Wati & Ernawati, 2021).

e. Pengujian Model

Model yang digunakan pada penelitian ini menggunakan algoritma *Restricted Boltzmann Machines*, dengan menggunakan dua algoritma tersebut peneliti akan mendapatkan hasil akurasi dari *dataset* tersebut.

3. Hasil dan Pembahasan

Dataset yang digunakan adalah dataset prediksi kanker paru yang berjudul “*survey lung cancer*” yang diambil dari situs web penyedia dataset yaitu kaggle. Dataset ini berisi tentang survey kanker paru-paru pada usia 45 tahun keatas, yang berisi 309 data dan 16 atribut kolom, yang diantaranya *Gender*, *Age*, *Smoking*, *Yellow_fingers*, *Anxiety*, *Peer_pressure*, *Chronic Disease*, *Fatigue*, *Allergy*, *Wheezing*, *Alcohol Consuming*, *Coughing*, *Shortness of Breath*, *Swallowing Difficulty*, *Chest pain*, *Lung Cancer*.

Namun pada dataset tersebut ada yang diubah pada baris *Gender* dan *Lung Cancer* diubah kedalam dari *String* menjadi *Integer* / angka, untuk *Gender Male / M* diubah menjadi angka “1” dan untuk *Female / F* diubah menjadi angka “0”. Dan untuk *Lung Cancer* diubah juga kedalam angka, untuk *Yes* diubah menjadi angka “1” dan untuk *No* diubah menjadi angka “0”. Dilakukan perubahan *string* menjadi *integer* agar dapat mengeluarkan nilai *accuracy*.

Adapun untuk isi dari masing masing atribut yaitu, untuk *Gender* diisi jenis kelamin laki-laki / perempuan atau M / F, *Age* berisi usia, *Smoking* yang berisi apakah perokok atau tidak, *Yellow fingers* yang berisi apakah jari kuku kuning atau tidak, *Anxiety* yang berisi memiliki kecemasan yang sering atau tidak, *Peer pressure* yang berisi apakah memiliki tekanan sosial atau tidak, *Chronic Disease* yang berisi apakah memiliki penyakit kronis atau tidak, *Fatigue* yang berisi tentang apakah sering kelelahan atau tidak, *Allergy* yang berisi apakah memiliki alergi atau tidak, *Wheezing* yang berisi apakah mengeluarkan suara ketika bernapas (mengi) atau tidak, *Alcohol Consuming* yang berisi apakah mengkonsumsi alkohol atau tidak, *Coughing* yang berisi apakah mengalami batuk atau tidak, *Shortness of Breath* yang berisi apakah mengalami sesak napas atau tidak, *Swallowing Difficulty* yang berisi apakah mengalami kesulitan untuk menelan atau tidak, *Chest pain* yang berisi apakah mengalami sakit dada atau tidak, dan yang terakhir *Lung Cancer* yaitu atribut penentuan apakah mengalami kanker paru atau tidak. Karena dataset ini tentang survey maka kebanyakan isinya hanya *Yes/No* atau 1/0

Penelitian ini dilakukan menggunakan algoritma *Restricted Boltzmann Machines (RBM)* yang cocok digunakan untuk melakukan prediksi dari

data gejala kanker paru yang ada, berikut hasil dari algoritma *Restricted Boltzmann*

Machines (RBM) yang di ukur dengan hasil akhir *accuracy*, berikut hasil nya.

Tabel 2. Dataset sebelum dilakukan normalisasi

Gender	Age	Smoking	Yellow_Fingers	Anxiety
M	69	1	2	2
M	74	2	1	1
F	59	1	1	1
M	63	2	2	2
F	63	1	2	1
F	75	1	2	1
M	52	2	1	1
F	51	2	2	2
F	68	2	1	2
M	53	2	2	2

Tabel 3 Dataset Setelah dilakukan normalisasi

Gender	Age	Smoking	Yellow_Fingers	Anxiety
0.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
0.0	1.0	0.0	0.0	0.0
0.0	1.0	0.0	0.0	0.0
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1.0	0.0	1.0	1.0	1.0
1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

```

Pipeline
└─ BernoulliRBM
   BernoulliRBM(learning_rate=0.06, n_components=100, random_state=0, verbose=True)
   [BernoulliRBM] Iteration 1, pseudo-likelihood = -1.15, time = 0.80s
   [BernoulliRBM] Iteration 2, pseudo-likelihood = -0.95, time = 0.13s
   [BernoulliRBM] Iteration 3, pseudo-likelihood = -2.00, time = 0.03s
   [BernoulliRBM] Iteration 4, pseudo-likelihood = -1.01, time = 0.05s
   [BernoulliRBM] Iteration 5, pseudo-likelihood = -1.17, time = 0.06s
   [BernoulliRBM] Iteration 6, pseudo-likelihood = -2.16, time = 0.03s
   [BernoulliRBM] Iteration 7, pseudo-likelihood = -1.01, time = 0.11s
   [BernoulliRBM] Iteration 8, pseudo-likelihood = -1.18, time = 0.04s
   [BernoulliRBM] Iteration 9, pseudo-likelihood = -1.24, time = 0.04s
   [BernoulliRBM] Iteration 10, pseudo-likelihood = -1.03, time = 0.04s

```

Gambar 4. Proses Training Algoritma Restricted Boltzmann Machines (RBM)

Tabel 4. Hasil Akurasi

	Precision	Recall	F1-score	support
0	0.00	0.00	0.00	10
1	0.084	1.00	0.91	52
Acuracy			0.84	62
Macro avg	0.42	0.50	0.46	62
Weight avg	0.70	0.84	0.77	62

Dari gambar diatas bahwa *accuracy* yang didapatkan yaitu 0.84 atau 84%. Yang mana semakin besar *accuracy* yang didapatkan maka semakin bagus juga algoritma dan dataset yang digunakan. Berdasarkan

penelitian bahwa usia 45 tahun keatas rentan terkena penyakit kanker paru. Dibuktikan oleh *accuracy* dan dari dataset yang digunakan.

Perbandingan hasil prediksi

```
[ '1' '1' '1' '0' '1' '1' '1' '1' '1' '1' '1' '1' '1' '1' '0' '1' '1' '1'
  '0' '0' '1' '1' '1' '1' '0' '0' '1' '1' '1' '1' '1' '1' '1' '1' '1' '1'
  '1' '1' '1' '1' '1' '1' '1' '1' '1' '0' '1' '1' '1' '0' '1' '0' '1' '1'
  '1' '1' '1' '0' '1' '1' '1' '1' ]

[ '1' '1' '1' '1' '1' '1' '1' '1' '1' '1' '1' '1' '1' '1' '1' '1' '1' '1'
  '1' '1' '1' '1' '1' '1' '1' '1' '1' '1' '1' '1' '1' '1' '1' '1' '1' '1'
  '1' '1' '1' '1' '1' '1' '1' '1' '1' '1' '1' '1' '1' '1' '1' '1' '1' '1'
  '1' '1' '1' '1' '1' '1' '1' '1' ]
```

Gambar 5. Perbandingan hasil prediksi dan hasil sesuai data

Pada gambar 5 menampilkan 2 *array* yang dimana untuk bagian atas merupakan *array* yang berisikan hasil diagnosis nyata dari data dan untuk bagian bawah merupakan hasil prediksi dari penelitian yang telah dilakukan. Terlihat ada beberapa hasil prediksi yang tidak sesuai dengan apa yang sebenarnya terjadi. Yang seharusnya didiagnosis tidak mengidap kanker paru tapi dalam pengujian menghasilkan mengidap kanker paru. Terdapat 10 prediksi yang mengalami kesalahan dari 62 uji coba model.

4. Kesimpulan

Penelitian ini menggunakan algoritma *Restricted Boltzmann Machines (RBM)* untuk prediksi kanker paru berdasarkan gejala. Dari hasil eksperimen penelitian ini dapat disimpulkan bahwa algoritma *RBM* memiliki tingkat akurasi yang tinggi yaitu 84%. Pada penelitian selanjutnya dapat diterapkan prediksi kesembuhan kanker paru setelah operasi pada usia lansia dan prediksi kanker paru pada usia dini.

Referensi

Aini, Q., Lutfiani, N., Kusumah, H., & Zahran, M. S. (2021). Deteksi dan Pengenalan Objek Dengan Model Machine Learning: Model Yolo. *CESS (Journal of Computer Engineering, System and Science)*, 6(2), 192. <https://doi.org/10.24114/cess.v6i2.25840>

Angriawan, M., Angeline, R., & Angka, R. N. (2022). Literature Review: Pengaruh Rokok terhadap Gambaran Histopatologi Kanker Paru. *Jurnal Kedokteran Meditek*, 28(3), 372–381. <https://doi.org/10.36452/jkdoktmeditek.v28i3.2342>

Buana, I., & Harahap, D. A. (2022). Asbestos, Radon Dan Polusi Udara Sebagai Faktor Resiko Kanker Paru Pada Perempuan Bukan Perokok. *AVERROUS: Jurnal Kedokteran Dan Kesehatan Malikussaleh*, 8(1), 1. <https://doi.org/10.29103/averrous.v8i1.7088>

Darmawan, T. T. (2018). *Pengenalan Karakter Plat Nomor Menggunakan Metode Restricted Boltzmann Machine TITO TEGAR DARMAWAN, Ika Candradewi, S.Si., M.Cs.* 0–1.

Dogan, A., & Birant, D. (2021). Machine learning and data mining in manufacturing. *Expert Systems with Applications*, 166, 114060. <https://doi.org/10.1016/J.ESWA.2020.114060>

Harani, N. H., Prianto, C., & Nugraha, F. A. (2020). Segmentasi Pelanggan Produk Digital Service Indhome Menggunakan Algoritma K-Means Berbasis Python. *Jurnal Manajemen Informatika (JAMIKA)*, 10(2), 133–146. <https://doi.org/10.34010/jamika.v10i2.2683>

Hastomo, W., Karno, A. S. B., Kalbuana,

- N., Nisfiani, E., & ETP, L. (2021). Optimasi Deep Learning untuk Prediksi Saham di Masa Pandemi Covid-19. *Jurnal Edukasi Dan Penelitian Informatika (JEPIN)*, 7(2), 133.
<https://doi.org/10.26418/jp.v7i2.47411>
- Hermawati, F. A., & Safii, M. I. (2021). Sistem Deteksi Keganasan Kanker Paru-Paru pada CT Scan dengan Menggunakan Metode Mask Region-based Convolutional Neural Network (Mask R-CNN). 193–197.
- Hirsch, F. R., Franklin, W. A., Gazdar, A. F., & Bunn Jr, P. A. (2001). Early detection of lung cancer: clinical perspectives of recent advances in biology and radiology. *Clinical Cancer Research*, 7(1), 5–22.
- Hossny, M., Nahavandi, S., & Yazdabadi, A. (2017). SKIN MELANOMA SEGMENTATION USING RECURRENT AND CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS Mohamed Attia Mohamed Hossny Saeid Nahavandi Institute for Intelligent Systems Research and Innovation , Deakin University , Australia. 292–296.
- Idris, M., Adam, R. I., Brianorman, Y., Munir, R., & Mahayana, D. (2022). Kebenaran dalam Perspektif Filsafat Ilmu Pengetahuan dan Implementasi dalam Data Science dan Machine Learning. 5(2), 173–181.
- Iqbalawaty, I., Machillah, N., Abdullah, A., & Yani, M. (2019). Profil hasil pemeriksaan CT-Scan pada pasien tumor paru di Bagian Radiologi RSUD Dr. Zainoel Abidin periode Juli 2018-Oktober 2018. 10(3), 625–630.
<https://doi.org/10.15562/ism.v10i3.661>
- Juwita, Amalita, N., & Dewi, M. P. (2021). Faktor-Faktor Risiko yang Mempengaruhi Kanker Paru-Paru dengan Menggunakan Analisis Regresi Logistik. *Journal of Mathematics UNP*, 4(1), 38–42.
<http://ejournal.unp.ac.id/students/index.php/mat/article/view/11550>
- Kandou, R. D., Tandi, M., Tubagus, V. N., Simanjuntak, M. L., Skripsi, K., Kedokteran, F., Sam, U., Manado, R., & Radiologi, B. (2016). Gambaran CT-scan tumor paru di Bagian/SMF Radiologi FK Unsrat RSUP Prof. *Jurnal E-Clinic (ECI)*, 4(1).
- Kurnaesih, E., LIndasari, S. W., & Andi, A. (2018). Gambaran Karakteristik Penderita Kanker Serviks Berdasarkan Faktor Resiko Di Rsu Sumedang. *Prosiding Seminar Nasional Sinergisitas Multidisiplin Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi*, 1(April), 23–29.
- Larochelle, H., Mandel, M., Pascanu, R., & Bengio, Y. (2012). Learning algorithms for the classification restricted Boltzmann machine. *The Journal of Machine Learning Research*, 13, 643–669.
- LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). *Deep Learning*. Nature.
- Majid, H. A., & Dewi, K. E. (2019). PENGENALAN TANDA TANGAN MENGGUNAKAN METODE MOMENT INVARIANT DAN RESTRICTED BOLTZMANN MACHINE. *Elibrary UNIKOM*.
- Marifatul Azizah, L., Fadillah Umayah, S., & Fajar, F. (2018). Deteksi Kecacatan Permukaan Buah Manggis Menggunakan Metode Deep Learning dengan Konvolusi Multilayer. *Semesta Teknika*, 21(2), 230–236.
<https://doi.org/10.18196/st.212229>
- Megawati, E. R. (2018). UNIVERSITAS SUMATERA UTARA Poliklinik UNIVERSITAS SUMATERA UTARA. *Jurnal Pembangunan Wilayah & Kota*, 1(3), 82–91.
- Novtiar, C., & Aripin, U. (2017). Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Dan Kepercayaan Diri Siswa Smp Melalui Pendekatan Open Ended. *Prisma*, 6(2), 119–131.
<https://doi.org/10.35194/jp.v6i2.122>
- Pamungkas, F. S., Prasetya, B. D., & Kharisudin, I. (2020). Perbandingan Metode Klasifikasi Supervised Learning pada Data Bank Customers Menggunakan Python. *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika*, 3, 692–697.
<https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/prisma/article/view/37875>
- Pandika Pinata, N. N., Sukarsa, I. M., & Dwi Rusjyanthi, N. K. (2020). Prediksi Kecelakaan Lalu Lintas di Bali dengan XGBoost pada Python. *Jurnal Ilmiah Merpati (Menara Penelitian Akademika Teknologi Informasi)*, 8(3), 188.
<https://doi.org/10.24843/jim.2020.v08.i03.p04>
- Pratama, R. R. (2020). *Analisis Model*

- Machine Learning Terhadap Pengenalan Aktifitas Manusia*. 19(2), 302–311.
- Putri, N. V., Lay, D. S., Sitanggang, F. P., Laksmningsih, N. S., & Martadiani, E. D. (2023). Program Studi Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran Universitas Udayana. *JURNAL MEDIKA UDAYANA*, 12(2), 51–56. https://simdos.unud.ac.id/uploads/file_penelitian_1_dir/71184dd15603e7de9dcec4ab810d7a9a.pdf%0Ahttps://ojs.unud.ac.id/index.php/eum/article/download/24122/15736
- Rivo, E., De, J., Ángel, F., Eva, R., & Pedro, G. M.-ángel C. (2012). *Cross-Industry Standard Process for data mining is applicable to the lung cancer surgery domain , improving decision making as well as knowledge and quality management*. 73–79. <https://doi.org/10.1007/s12094-012-0764-8>
- Rizal, A., & Usman, K. (2010). *Pendeteksian Kanker Paru – Paru Dengan Menggunakan*. July.
- Saputra, A. (2019). Klasifikasi Pengenalan Buah Menggunakan Algoritma Naive Baiyes. *Jurnal RESISTOR (Rekayasa Sistem Komputer)*, 2(2), 83–88. <https://doi.org/10.31598/jurnalresistor.v2i2.434>
- Sari, N. P. (2020). *Jaringan Syaraf Tiruan Dengan Menggunakan Metode Restricted Boltzmann Machine (RBM) Untuk Menentukan Penyakit Umum Pada Masyarakat*. 7(3), 269–274.
- Soemanadi, M., OgSp, Arumdati, S., Rad, S., Soeratman, E., Sp, P., Jack, Z., Pd, S., Og, S., Dwipoyono, B., Gynecologist, S. O. G., Rad, S., Radiology, D., Sp, B., Surgery, K. B. D. D., Tehuteru, E. S., Sp, A. K., Oncologist, M. H. A. P., Soeratman, E., ... Biomed, M. (2015). Trust Board : Board of Direction : President : Finance : Secretary : Artistic : Production Manager : Chief Editor : Editor : Editorial Coordinator : Medical and Treatment Director General and Operational Director Secretariat : Pedoman bagi Penulis. *Indonesian Journal of Cancer*, 9(2). <httpwww.indonesianjournalofcancer.or.id-journalindex.phpijocarticleview381>
- Sone, S., Takashima, S., Li, F., Yang, Z., Honda, T., Maruyama, Y., Hasegawa, M., Yamanda, T., Kubo, K., & Hanamura, K. (1998). Mass screening for lung cancer with mobile spiral computed tomography scanner. *The Lancet*, 351(9111), 1242–1245.
- Sperling, E. (2018). *Deep Learning Spreads*. <https://semiengineering.com/deep-learning-spreads/>
- Vafaei, S., Soosani, J., Adeli, K., Fadaei, H., Naghavi, H., Pham, T. D., & Bui, D. T. (2018). Improving accuracy estimation of Forest Aboveground Biomass based on incorporation of ALOS-2 PALSAR-2 and Sentinel-2A imagery and machine learning: A case study of the Hyrcanian forest area (Iran). *Remote Sensing*, 10(2). <https://doi.org/10.3390/rs10020172>
- Wati, R., & Ernawati, S. (2021). Analisis Sentimen Persepsi Publik Mengenai PPKM Pada Twitter Berbasis SVM Menggunakan Python. *Jurnal Teknik Informatika UNIKA Santo Thomas*, 06, 240–247. <https://doi.org/10.54367/jtiust.v6i2.1465>
- Widiastutik, R., Akns, T. I., W, L. Z. P. C. S., Informasi, T., Santoso, J., & Informasi, T. (2019). *Peringkasan Teks Ekstraktif pada Dokumen Tunggal Menggunakan Metode Restricted Boltzmann Machine*. 58–64.
- Wiranda, N., Purba, H. S., & Sukmawati, R. A. (2020). Survei Penggunaan Tensorflow pada Machine Learning untuk Identifikasi Ikan Kawasan Lahan Basah. *IJEIS (Indonesian Journal of Electronics and Instrumentation Systems)*, 10(2), 179. <https://doi.org/10.22146/ijeis.58315>
- Wistuba, I. I., & Gazdar, A. F. (2006). Lung cancer preneoplasia. *Annu. Rev. Pathol. Mech. Dis.*, 1, 331–348.
- Zayyad, M. R. A., & Kurnawardhani, A. (2021). Penerapan Metode Deep Learning pada Sistem Rekomendasi Film. *Automata*, 2(1), 206–210. <https://journal.uui.ac.id/AUTOMATA/article/view/17426/10934>