



Analisis Risiko Pinjaman dengan Metode *Support Vector Machine*, *Artificial Neural Network* dan *Naïve Bayes*

Bandung Pernama ^{1*}, Hindriyanto Dwi Purnomo ²

^{1,2} Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Kristen Satya Wacana.

article info

Article history:

Received 28 June 2022

Received in revised form
30 October 2022

Accepted 11 November
2022

Available online January 2023

DOI:

<https://doi.org/10.35870/jtik.v7i1.693>

Keywords:

Banking; Support Vector
Machine; Artificial Neural
Network; Naïve Bayes.

Kata Kunci:

Perbankan; Support Vector
Machine; Artificial Neural
Network; Naïve Bayes.

abstract

Banking is an industrial institution that is influential in the economy of a country. Banks are engaged in finance that collect funds from the public in the form of deposits and distribute loans to the public. It is undeniable, that in making loans to the public, problems will inevitably arise, such as the borrower being late in making installment payments or misuse of funds for other purposes, the borrower failing to build his business, thereby hampering installment payments. In this study, we will predict loan risk using a machine learning approach using several methods such as Support Vector Machine (SVM), Artificial Neural Network (ANN), and Naïve Bayes. From the results of research that has tested the three methods using cross validation, confusion matrix, and ROC curves, the Support Vector Machine (SVM) method, which is the method with the best results, is 92.0% accuracy, then the second method is Artificial Neural Network (ANN) of 91.2% and the lowest accuracy is the Naïve Bayes method with an accuracy of 81.2%.

abstrak

Perbankan merupakan lembaga industri yang berpengaruh dalam perekonomian suatu negara. Bank bergerak di bidang keuangan yang menghimpun dana dari masyarakat dalam bentuk simpanan dan menyalurkan pinjaman kepada masyarakat. Tidak dapat dipungkiri, dalam memberikan pinjaman kepada masyarakat pasti akan timbul permasalahan, seperti peminjam terlambat melakukan pembayaran angsuran atau penyalahgunaan dana untuk keperluan lain, peminjam gagal membangun usahanya, sehingga menghambat pembayaran angsuran. Dalam penelitian ini, kami akan memprediksi risiko pinjaman dengan pendekatan machine learning menggunakan beberapa metode seperti Support Vector Machine (SVM), Artificial Neural Network (ANN), dan Naïve Bayes. Dari hasil penelitian yang telah menguji ketiga metode dengan menggunakan cross validation, confusion matrix, dan kurva ROC, metode Support Vector Machine (SVM) yang merupakan metode dengan hasil terbaik akurasi 92,0%, kemudian metode kedua adalah Artificial Neural Network (ANN) sebesar 91,2% dan akurasi terendah adalah metode Naïve Bayes dengan akurasi 81,2%.

*Corresponding author. Email: 672018162@student.uksw.edu¹.

1. Latar Belakang

Sebagai industri yang terus berkembang dan memiliki kegiatan usaha yang beragam, perbankan memiliki risiko yang semakin kompleks. Perbankan merupakan lembaga keuangan yang berpengaruh dalam bidang perekonomian suatu negara. Bank merupakan badan usaha yang menghimpun dana dari masyarakat dalam bentuk simpanan maupun menyalurkan kembali kepada masyarakat dalam bentuk pinjaman. Kegiatan umum bank pada dasarnya merupakan memobilisasi dana dari masyarakat untuk disalurkan kepada perorangan atau suatu lembaga yang membutuhkan dana pinjaman. Pinjaman pada bank merupakan salah satu bagian pembentukan modal yang dilakukan oleh lembaga keuangan, pada hal ini pihak perbankan dapat mendorong masyarakat dalam menyalurkan kinerja usaha, sehingga dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan produktivitas usaha sektor riil yang dilakukan oleh masyarakat individu maupun suatu lembaga [1]. Dalam menjalankan fungsinya, perbankan dapat mengoptimalkan penyaluran pinjaman kepada masyarakat. Akan tetapi pinjaman yang diberikan oleh pihak bank tidak menutup kemungkinan mengandung risiko, sehingga dalam pelaksanaannya bank harus memperhatikan asas-asas perkreditan yang sehat serta memiliki fundamental yang lebih kuat, supaya pinjaman dapat dilaksanakan secara konsisten dan berdasarkan asas-asas pinjaman yang sehat. Risiko dalam hal ini merupakan potensi terjadinya suatu peristiwa yang dimana dapat menimbulkan kerugian pada pihak bank. Sedangkan manajemen risiko adalah serangkaian produser dan metodologi yang digunakan untuk mengidentifikasi, mengukur, memantau dan mengendalikan suatu risiko yang timbul dari kegiatan usaha bank [2].

Penelitian ini berfokus pada Risiko Pinjaman yang melakukan perbandingan model klasifikasi pendekatan *machine learning* guna dapat menghasilkan suatu hasil prediksi pada risiko pinjaman. Dalam penelitian ini, data yang digunakan di ambil melalui *website* umum yang akan diklasifikasi untuk memprediksi faktor apa saja yang menjadi penyebab kesalahan pada risiko pinjaman di industri perbankan serta dengan melakukan perbandingan metode yang digunakan yaitu *Support Vector Machine* (SVM), *Artificial Neural Network* (ANN), dan *Naïve Bayes*.

Dalam *data mining* untuk memprediksi memiliki metode-metode klasifikasi, metode yang akan digunakan pada penelitian ini yaitu, *Support Vector Machine* (SVM), *Artificial Neural Network* (ANN), dan *Naïve Bayes*. Metode – metode berikut akan digunakan untuk melakukan perbandingan yang dimana berguna untuk melakukan pendekatan *machine learning* [3][4][5]. *Support Vector Machine* (SVM) merupakan algoritma pembelajaran klasifikasi yang dapat menghasilkan solusi berupa *global optimum*, pada setiap *running* mencapai solusi yang sama [6][7][8]. *Artificial Neural Network* (ANN) yaitu algoritma yang dapat menghasilkan solusi berupa *local optimal*, setiap melakukan *training* menghasilkan solusi yang berbeda [9][10]. *Naïve Bayes* merupakan metode klasifikasi yang dapat memprediksi probabilitas sebuah kelas [11][13], dimana teknik ini adalah teknik yang paling baik dalam hal waktu komputasi dibanding dengan teknik algoritma *data mining* lainnya [14].

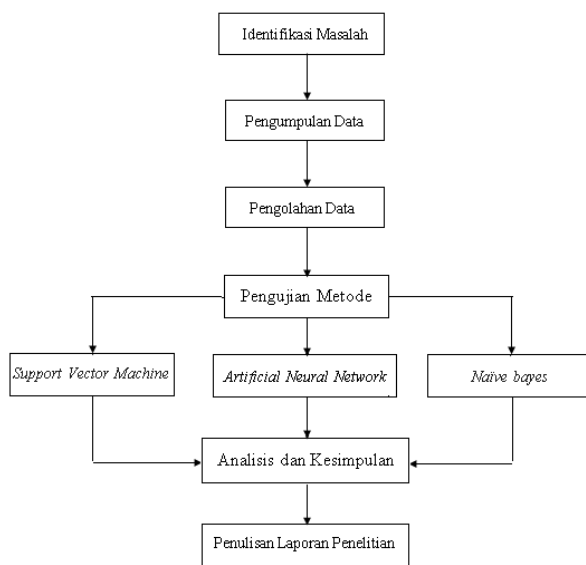
Manajemen risiko dapat didefinisikan sebagai suatu metode yang logis dan sistematis dalam identifikasi, kuantifikasi, menentukan sikap, menetapkan solusi, serta melakukan monitor dan pelaporan risiko yang berlangsung pada setiap aktivitas atau proses [15][16][17]. Analisis pinjaman adalah suatu proses yang dimaksud untuk menganalisis atau menilai suatu permohonan pinjaman yang diajukan oleh calon nasabah [18][19], sehingga dapat memberikan keyakinan kepada pihak perbankan bahwa proyek yang akan dibiayai dengan pinjaman dari bank cukup layak. Oleh karena itu, dengan adanya analisis pinjaman ini dapat mencegah terjadinya kegagalan nasabah dalam memenuhi kewajiban untuk melunasi suatu pinjaman yang telah diterimanya [20][21]. Untuk meminimalisir kredit modal kerja bermasalah pada suatu perbankan, dinyatakan bahwa penerapan manajemen risiko pinjaman yang meliputi pengawasan aktif dewan komisaris dan direksi, kebijakan, prosedur dan penetapan limit, proses identifikasi, pengukuran, pemantauan, dan sistem Informasi manajemen risiko pinjaman, serta sistem pengendalian intern untuk meminimalisir pinjaman modal kerja bermasalah [22].

Tujuan adanya analisis resiko pinjaman ini diharapkan dapat menjadi bahan masukan dan perbandingan yang dapat menambah wawasan dalam mengambil suatu keputusan yang dapat meningkatkan kinerja perusahaan dimasa yang akan datang. Dapat juga

untuk menentukan perkiraan seberapa besarnya risiko calon nasabah yang akan meminjam jika di lihat dari sisi data yang tertera, bisa juga menentukan potensi pinjaman yang dapat digunakan oleh calon nasabah di masa yang akan datang. Selain itu juga dapat menjadi acuan untuk perancangan strategi penyangga yang baru terhadap kemungkinan terjadinya kerugian. Analisis risiko pinjaman ini juga berguna untuk meminimalisir permasalahan yang sering terjadi seperti pihak dari peminjam terlambat dalam pembayaran cicilan dana, penyalahgunaan untuk keperluan lain, atau pihak peminjam gagal dalam mengembangkan usahanya sehingga dapat mengakibatkan dana tidak mengalir ataupun cicilan macet. Setelah mendapatkan hasil tersebut maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan menganalisis Risiko Pinjaman dengan Pendekatan *Machine Learning* yang akan membandingkan beberapa model yaitu *Support Vector Machine* (SVM), *Artificial Neural Network* (ANN), dan *Naïve Bayes*.

2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang akan digunakan dalam penelitian terlampir sebagai berikut:



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Identifikasi Masalah:

Perbankan merupakan salah satu industri berkembang pada bidang keuangan seperti uang tunai, kredit serta transaksi keuangan lainnya. Industri perbankan dapat didefinisikan sebagai

kegiatan bisnis yang menerima uang dan menjaga uang yang dimiliki oleh individu maupun entitas lain. Tidak hanya itu saja, industri perbankan dapat diartikan juga sebagai kegiatan meminjamkan uang dengan tujuan tertentu yaitu dapat melakukan kegiatan ekonomi seperti menghasilkan keuntungan atau hanya sekedar menutupi biaya operasional. Akan tetapi pada kegiatan peminjaman uang memiliki suatu masalah yang berisiko bagi industri perbankan yang dapat membuat kegiatan bisnis ini tidak mendapatkan hasil maksimal seperti adanya. Adapun permasalahan yang dialami suatu Bank pada bagian simpan pinjam seperti adanya pengembalian dana yang tidak dikembalikan dengan tepat waktu akibat adanya berbagai faktor penghambat dari pihak peminjam dana/nasabah terkait, tidak hanya itu saja adapula permasalahan seperti pihak peminjam dana atau nasabah tersebut yang meminjam dana melebihi kemampuan dari nasabah tersebut atau terlalu dipaksakan sehingga menimbulkan keterlambatan pengembalian dana yang dipinjam pada bank. Pada penelitian ini bermaksud untuk menyelesaikan permasalahan tersebut dengan menggunakan analisis terhadap risiko pinjaman dengan melakukan pendekatan *machine-learning*.

Pengumpulan Data:

Data yang digunakan untuk analisis risiko pinjaman ini merupakan *open dataset* yang di ambil dari salah satu *website* data analis yang memang menyediakan berbagai macam tentang data analis terutama berbagai macam *dataset*. *Dataset* yang digunakan pada penelitian ini merupakan data yang berisikan informasi para calon nasabah dari negara India yang dapat digunakan sebagai alat pengukur calon nasabah yang berisiko terlambat pada saat pembayaran atau tepat waktu.

Pengolahan Data:

Sebelum melakukan klasifikasi resiko pinjaman, pertama melakukan *Exploratory Data Analysis* (EDA) dan *Pre-processing Data* terhadap *dataset* guna untuk mengenali data yang akan di olah dan mempersiapkan data untuk tahap klasifikasi dari beberapa metode. Tahapan EDA yaitu mengenali atau memahami isi *dataset*, variabel pada *dataset*, mengecek *miss data*, melihat statistik data dan lain sebagainya. Setelah mengetahui isi data yang akan digunakan langkah selanjutnya yaitu *featuring data* atau *Feature Engineering* yang menggabungkan beberapa data karena memiliki arti yang sama yang menghasilkan menjadi suatu data

baru dan membuang data jika data memiliki presentase kecil untuk di analisis [23]. Ada juga mengubah isi menjadi numerik dan pembuatan *rate group* karena memiliki terlalu banyak data seperti data pendapatan dan umur. Berikut merupakan tabel dari hasil *Feature Engineering*.

Tabel 1. Hasil *Feature Engineering*

	Age	Experience	Single	Car_Ownership	Risk_Flag	House	JOBS
0	0	0	1	0	0	0	0
1	1	1	1	0	0	0	1
2	3	0	0	0	0	1	0
3	1	0	1	1	1	0	0
4	2	2	1	0	1	0	0

Hasil yang didapatkan merupakan data yang telah melewati proses *Feature Engineering* yang didapatkan dari pengenalan data, relasi antar data yang sampai sedemikian rupa. Berikut merupakan penjelasan isi ada Table 1.

Tabel 2. Penjelasan Isi Data

No.	Parameter	0	1	2	3	4
1	Age	20 - 32	33 - 44	45 - 55	56 - 67	68 - 79
2	Experience	0 - 5	6 - 10	11 - 15	16 - 20	
3	Single	Menikah	Belum Menikah			
4	Car_Ownership	Tidak Menyewa & Tidak Memiliki	Memiliki	Menyewa		
5	Risk_Flag	Tidak Berisiko	Berisiko			
6	House	Baik	Kurang			
7	JOBS	Baik	Cukup	Kurang		

Tabel 2 merupakan penjelasan isi dari Tabel 1 dimana parameter *Age* memiliki 4 data yang dimenjadi data *rate* agar tidak terlalu banyak data, sama dengan parameter *Experience* yang juga memiliki banyak data yang akhirnya digabungkan, untuk parameter *Single*, *Car_Ownership*, *Risk_Flag* merupakan parameter yang diubah menjadi *Numerik*, lalu parameter *House* dan *JOBS* merupakan parameter baru dari gabungan 2 parameter yang bermaksud memberikan informasi status rumah dan pekerjaan apakah ada masalah dalam status rumah atau pekerjaan calon nasabah, parameter ini juga memiliki data yang diubah menjadi *Numerik*. Setelah *Feature Engineering* selesai, data akan difokuskan kepada data label yang berfokus kepada risiko suatu nasabah. Data tersebut diolah menggunakan *5-folds Cross Validation*, setelah melakukan *Cross Validation* data akan masuk pada tahap *Split Data* atau membagi data menjadi data latih dan data uji atau biasa disebut data *Train* dan data *Test* dengan ratio 0.75 dan 0.25.

Pengujian Metode:

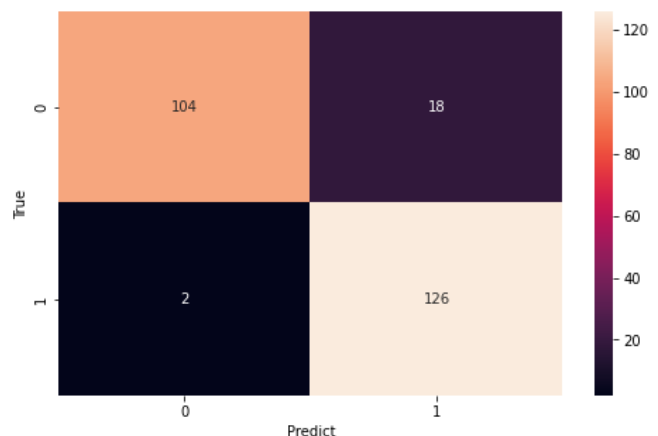
Setelah melakukan pengolahan data maka akan dilanjutkan kepada tahap pengujian metode dari ketiga metode yang akan di gunakan, yaitu metode SVM atau *Support Vector Machine* yang menggunakan parameter SVC yang diambil dari *library sklearn.svm* dengan *probability = True*, adapun metode *Artificial Neural Network* yang menggunakan parameter *MLPClassifier* dari *library keras. Models* dan metode *Naive Bayes* yang menggunakan parameter *GaussianNB* dari *library sklearn naive_bayes*. Pada pengujian dari ketiga metode yang digunakan dipadukan dengan *5-folds Cross Validation*, sehingga akan mendapatkan hasil seperti tingkat akurasi, *precision*, *recall*, nilai ROC/AUC dari ketiga metode yang digunakan dengan data *train* dan data *test* yang terus dirotasi.

Analisis dan Kesimpulan:

Berdasarkan hasil yang sudah diketahui dari ketiga metode yang digunakan, selanjutnya akan dilakukan analisa dalam hal performa dari ketiga metode yang akurat dan optimal dalam proses perbandingan hasil dari prediksi risiko pinjaman. Lalu pada tahap selanjutnya penulis dapat menarik kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan.

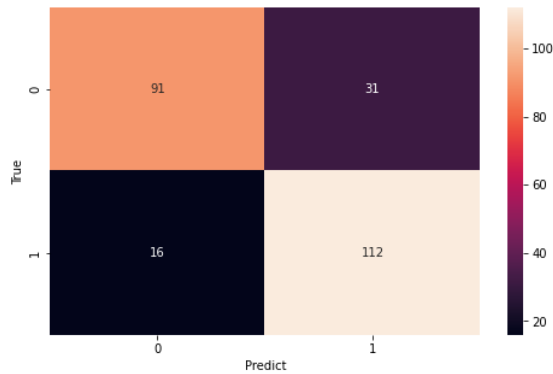
3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil dari analisis data yang telah dilakukan dengan menggunakan 250 data uji yang juga menggunakan metode *cross validation* untuk menguji tingkat akurasi, yaitu menggunakan *5-folds cross validation* mendapatkan hasil prediksi dengan menggunakan *confusion matrix* seperti gambar dibawah ini.



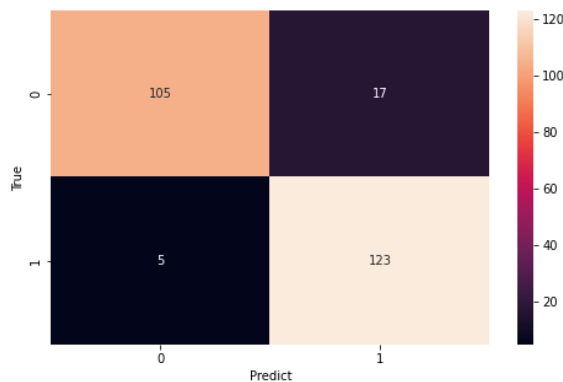
Gambar 2. Prediksi SVM

Pada Gambar 2 merupakan *confusion matrix* dari metode SVM yang mendapatkan hasil prediksi risiko pinjaman nasabah sebanyak 104 data diprediksi bermasalah, 18 data prediksi bermasalah ternyata lancar, 126 data diprediksi lancar, dan 2 data diprediksi lancar ternyata bermasalah. Lalu untuk metode Naïve bayes seperti gambar di bawah ini.



Gambar 3. Prediksi Naïve Bayes

Selanjutnya pada Gambar 3 merupakan hasil *confusion matrix* yang menggunakan metode Naïve Bayes yang mendapatkan hasil sebanyak 91 data diprediksi bermasalah, 31 data diprediksi bermasalah ternyata lancar, 112 data diprediksi lancar dan 16 data diprediksi lancar ternyata bermasalah. Setelah itu metode ketiga yaitu *Artificial Neural Network* dengan mendapatkan hasil sebagai gambar dibawah.



Gambar 4. Prediksi ANN

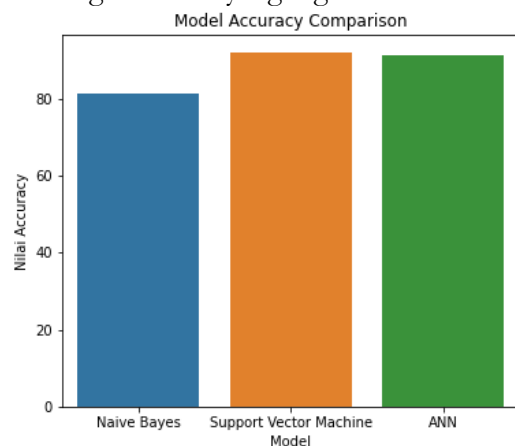
Terakhir merupakan metode ketiga yang digunakan pada penelitian ini yaitu *Artificial Neural Network* mendapatkan hasil *confusion matrix* seperti pada Gambar 4, yaitu sebanyak 105 data diprediksi bermasalah, 17 data diprediksi bermasalah ternyata lancar, 123 diprediksi lancar dan 5 data diprediksi lancar ternyata bermasalah. Pada hasil *confusion matrix* diatas ternyata pada metode SVM dan ANN memiliki hasil yang hampir mirip, oleh karena itu maka lebih

baik untuk mengetahui hasil akurasi metode manakah yang paling akurat dan dapat digunakan sebagai metode paling akurat untuk prediksi risiko pinjaman. Hasil akhir yang didapatkan setelah melakukan analisis menggunakan data yang digunakan, tertera pada Tabel 3 yang merupakan tabel hasil penelitian dari ketiga metode seperti berikut.

Tabel 3. Hasil Analisis

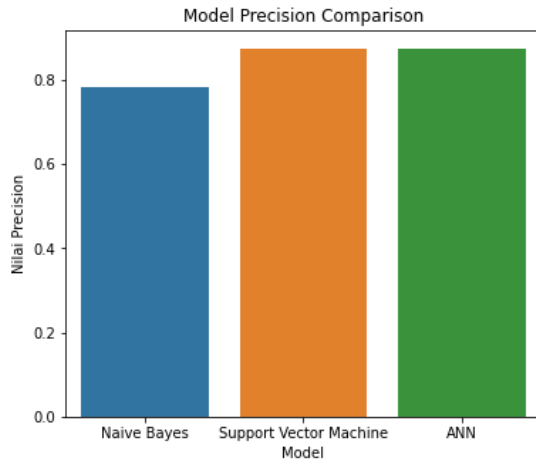
	Model	Accuracy	Precision	Recall	AUC
1	Support Vector Machine	92.0	0.8750	0.9844	0.9355
2	ANN	91.2	0.8786	0.9609	0.9456
0	Naive Bayes	81.2	0.7832	0.8750	0.9026

Dari ketiga metode yang digunakan, dapat dilihat pada Gambar 5 bahwa metode *Support Vector Machine* (SVM) memiliki tingkat akurasi paling tinggi dibanding dengan metode *Artificial Neural Network* (ANN) dan Naïve bayes dengan akurasi sebesar 92,0% sedangkan untuk metode *Artificial Neural Network* (ANN) sebesar 91,2% dan akurasi paling rendah ialah metode *Naïve Bayes* dengan akurasi sebesar 81,2%. Berikut merupakan diagram hasil dari akurasi ketiga metode yang digunakan.

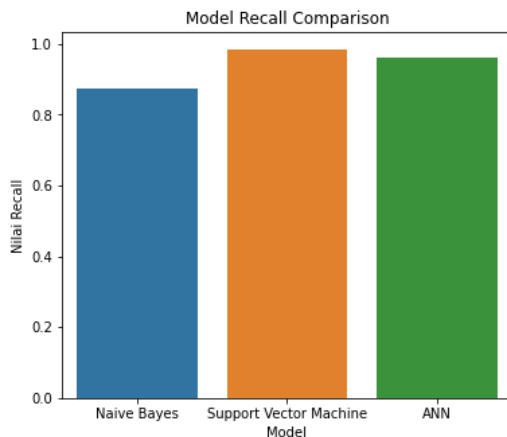


Gambar 5. Diagram Accuracy

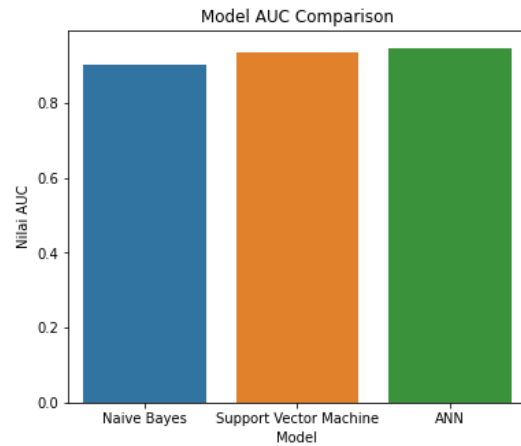
Precision yang dihasilkan dari ketiga metode yang digunakan pada penelitian ini seperti yang tertera pada Gambar 5 dengan hasil nilai *precision* paling baik adalah dari metode *Support Vector Machine* (SVM) dengan nilai 0,8750, metode *Artificial Neural Network* (ANN) mendapatkan nilai *precision* sebesar 0,8786 dan metode *Naïve Bayes* mendapatkan nilai *precision* terendah yaitu 0,7832. Berikut merupakan diagram *Precision* ketiga metode.

Gambar 6. Diagram *Precision*

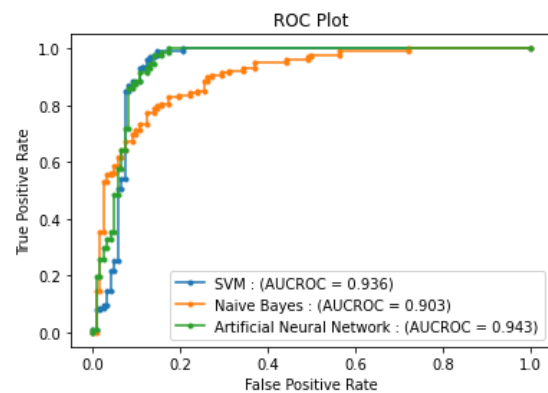
Rerata nilai *recall* dari ketiga metode yang digunakan menghasilkan nilai *recall* tertinggi dari ketiga metode yaitu metode *Support Vector Machine* (SVM) dengan nilai sebesar 0,9844, metode *Artificial Neural Network* (ANN) menghasilkan nilai *recall* sebesar 0,9609 dan metode yang memiliki nilai paling rendah yaitu *Naïve Bayes* yang hanya mendapatkan nilai *recall* 0,8750. Berikut merupakan diagram hasil dari *Recall* ketiga metode yang digunakan.

Gambar 7. Diagram *Recall*

Untuk nilai AUC dari ketiga metode yang digunakan menghasilkan nilai tertinggi sebesar 0.9355 dari metode *Support Vector Machine* (SVM), nilai selanjutnya sebesar 0.9456 dari metode *Artificial Neural Network* (ANN) dan nilai paling rendah sebesar 0.9026 yang dihasilkan oleh metode *Naïve Bayes*. Berikut merupakan diagram AUC dan ROC dari ketiga metode yang digunakan.

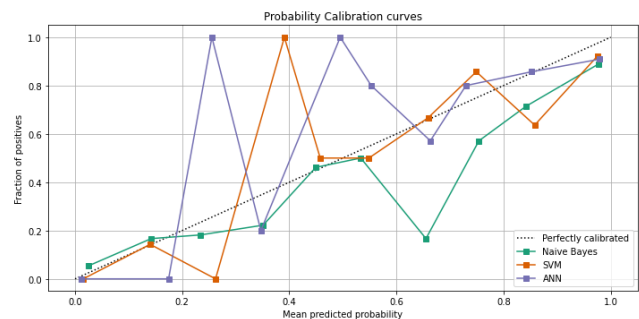


Gambar 8. Diagram AUC



Gambar 9. ROC Curve (AUC)

Melihat dari hasil *accuracy*, *precision*, *recall*, dan ROC Curve (AUC) dari ketiga metode yang digunakan, metode terbaik dalam penelitian ini adalah metode *Support Vector Machine* (SVM) yang mendapatkan hasil rerata paling tinggi diantara metode *Artificial Neural Network* (ANN) dan metode *Naïve Bayes*. Berikut merupakan hasil dari *Probability Calibration Curves* dari metode *Support Vector Machine*, *Artificial Neural Network*, dan *Naïve Bayes*.

Gambar 10. *Proability Calibration Curves*.

4. Kesimpulan

Pada penelitian yang berjudul Analisis Risiko Pinjaman dengan Metode *Support Vector Machine* (SVM), *Artificial Neural Network* (ANN) dan *Naïve Bayes* yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan bahwa untuk proses analisis resiko pinjaman yang menggunakan *Open Dataset* ini telah melalui tahap *Exploratory Data Analysis* dan *Pre-Processing Data* dengan berbekal data calon nasabah yang berisikan seperti umur, pengalaman meminjam, menikah atau tidak, kepemilikan mobil, risiko pinjaman, status kepemilikan rumah, dan status pekerjaan. Dimana data tersebut telah diolah sedemikian rupa berharap hasil yang didapat pada saat melakukan klasifikasi dapat memberikan hasil maksimal dengan menggunakan 7 parameter yang digunakan. Berdasarkan hasil dari penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa analisis risiko pinjaman ini dapat dilakukan dengan menggunakan metode yang paling akurat sebagai metode prediksi risiko pinjaman dengan memiliki hasil prediksi dari 250 data uji, yaitu sebanyak 104 nasabah diprediksi benar bermasalah, 18 nasabah diprediksi bermasalah ternyata lancar, 126 nasabah diprediksi benar lancar, dan 2 nasabah diprediksi lancar ternyata bermasalah. Dimana hasil tersebut didapatkan dengan menggunakan metode *Support Vector Machine* (SVM) yang merupakan metode dengan mendapatkan hasil paling baik, yaitu *accuracy* 92,0%, *precision* 0,8750, *recall* 0,9844 dan AUC 0,9355 sehingga tergolong metode klasifikasi paling baik untuk prediksi risiko pinjaman dibanding dengan metode *Artificial Neural Network* (ANN) dan *Naïve Bayes*. Metode *Support Vector Machine* (SVM) menjadi metode dengan hasil paling baik dikarenakan kesesuaian data yang telah di olah pada tahap *Feature Engineering* sebelumnya yang menjadikan metode *Support Vector Machine* (SVM) dapat mendapatkan hasil maksimal. Berdasarkan permasalahan dan tujuan dari penelitian ini telah mendapatkan hasil seperti dapat mengetahui metode manakah yang memiliki nilai terbaik dalam kegunaannya mengetahui risiko pinjaman dan metode yang dapat membantu secara efisien dalam mengerjakan tugasnya, adapun hasil dari tujuan penelitian ini dapat membantu pihak perbankan dalam mengetahui risiko pinjaman para calon nasabah yang dimana merupakan salah satu permasalahan perbankan, dan juga hasil yang dapat membantu memberikan suatu wawasan dalam mengambil suatu keputusan..

5. Daftar Pustaka

- [1] Watopa, E.Y., Murni, S. and Saerang, I.S., 2017. Analisis Penerapan Pengelolaan Risiko Kredit dan Risiko Operasional Pada PT. Bank Sulut GO. *Jurnal EMBA: Jurnal Riset Ekonomi, Manajemen, Bisnis dan Akuntansi*, 5(2). DOI: <https://doi.org/10.35794/emba.5.2.2017.15619>.
- [2] Siamat, D., Kusumawardhani, P.N. and Agustin, F., 2005. *Manajemen lembaga keuangan: kebijakan moneter dan perbankan: dilengkapi UU no. 10 tahun 1998, UU no. 23 tahun 1999, UU no. 03 tahun 2004*. Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- [3] Bustami, B., 2013. Penerapan algoritma Naive Bayes untuk mengklasifikasi data nasabah asuransi. *TECHSI-Jurnal Teknik Informatika*, 5(2). DOI: <https://doi.org/10.29103/techsi.v5i2.154>.
- [4] Alhaq, Z., Mustopa, A., Mulyatun, S. and Santoso, J.D., 2021. PENERAPAN METODE SUPPORT VECTOR MACHINE UNTUK ANALISIS SENTIMEN PENGGUNA TWITTER. *Journal of Information System Management (JOISM)*, 3(1), pp.16-21. DOI: <https://doi.org/10.24076/joism.2021v3i2.558>.
- [5] Vapnik, V., 1995. Support-vector networks. *Machine learning*, 20, pp.273-297.
- [6] Gaspersz, V., 2002. Production Planning and Inventory Control Manufacturing 21. PT. Gramedia Pustaka Utama: Jakarta
- [7] Eska, J., 2016. Penerapan Data Mining Untuk Prediksi Penjualan Wallpaper Menggunakan Algoritma C4. 5 STMIK Royal, Ksieran.
- [8] Gunawan, A. and Marwan, A., 2003. Anggaran Perusahaan. *Yogyakarta: BPFE*.
- [9] Cristianini, N. and Shawe-Taylor, J., 2000. *An introduction to support vector machines and other kernel-based learning methods*. Cambridge university press.

- [10] Bhakti, H.D., 2019. Aplikasi Artificial Neural Network (ANN) untuk Memprediksi Masa Studi Mahasiswa Program Studi Teknik Informatika Universitas Muhammadiyah Gresik. *Jurnal Eksplorasi Informatika*, 9(1), pp.88-95.
- [11] Syahrudin, A.N. and Kurniawan, T., 2018. Input dan output pada bahasa pemrograman python. *Jurnal Dasar Pemrograman Python Stmik, January*, pp.1-7.
- [12] Supribadi, K., Khakhim, N., 2014. *Analisis metode support vector machine (SVM) untuk klasifikasi penggunaan lahan berbasis penutup lahan pada citra ALOS AVNIR-2* (Doctoral dissertation, Universitas Gadjah Mada).
- [13] Salim, A. and Pambudi, W.S., 2014. Implementasi Metode Hybrid Artificial Neural Network (Ann)–Pid Untuk Perbaikan Proses Berjalan Pada Prototype Robot Material Handling. *Jurnal Mikrotek*, 1(3), pp.155-164.
- [14] Muin, A.A., 2016. Metode Naive Bayes Untuk Prediksi Kelulusan (Studi Kasus: Data Mahasiswa Baru Perguruan Tinggi). *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Al Asyariah Mandar*, 2(1), pp.22-26.
- [15] Sparta, S., 2016. Risiko Kredit dan Efisiensi Perbankan di Indonesia. *MIX: Jurnal Ilmiah Manajemen*, 6(1), pp.28-44.
- [16] Suryati, I.S.N., Perancangan Sistem Informasi Prediksi Risiko Kredit Berbasis Web Menggunakan Metode Naïve Bayes Classifier. Perpustakaan Universitas Jember.
- [17] Ferry, N.I., 2008. Manajemen Risiko Perbankan. *Pemahaman Pendekatan*, 3.
- [18] Alvian, F.S., Carbini, S. and Komarudin, K., 2020. Prediksi Kelayakan Pemberian Fasilitas Kartu Kredit Kepada Nasabah Dengan Metode Klasifikasi Data Mining (Studi Kasus: Bank XYZ). *Jurnal Computech & Bisnis*, 14(2), pp.123-128.
- [19] Tengor, R., Murni, S. and Moniharapon, S., 2016. Penerapan Manajemen Risiko Untuk Meminimalisir Risiko Kredit Macet Pada PT. Bank Sulutgo. *Jurnal EMBA: Jurnal Riset Ekonomi, Manajemen, Bisnis dan Akuntansi*, 3(4). DOI: <https://doi.org/10.35794/emba.3.4.2015.10892>
- [20] Sembiring, F., 2014. Analisis Terhadap Penerapan Manajemen Resiko Kredit pada PT. *Bank Sumut. Library. Polmed. ac. id*.
- [21] Tamon, F.B.C., Tumbel, T.M. and Tatimu, V., 2016. Analisis Tingkat Risiko Kredit Pada PT. Bank Sulut, Tbk di Manado. *JURNAL ADMINISTRASI BISNIS (JAB)*, 4(1). DOI: <https://doi.org/10.35797/jab.v4.i1.%25p>.
- [22] Pratiwi, Y.W., Dwiatmanto, D. and NP, M.G.W.E., *Analisis Manajemen Risiko Kredit Untuk Meminimalisir Kredit Modal Kerja Bermasalah (Studi Pada PT. Bank Rakyat Indonesia (Persero), Tbk Cabang Ponorogo)* (Doctoral dissertation, Brawijaya University).
- [23] Larose, D.T., 2005. An introduction to data mining. *Traduction et adaptation de Thierry Vallaud*.