
PENERAPAN *MACHINE LEARNING* UNTUK MENGATEGORIKAN SAMPAH PLASTIK RUMAH TANGGA

Hendri^[1], Leony Hoki^[2], Veirry Augusman^[3], Didik Aryanto^[4]

Teknik Informatika
STMIK TIME Medan

Jl. Merbabu No.32 AA-BB Medan 20212, Telp: 061-4561932

email: h4ndr7@hotmail.com^[1], leony.hoki@gmail.com^[2], veirryau@gmail.com^[3],
didikaryanto@gmail.com^[4]

Abstract

Plastic waste is the result of human needs for plastic-based products. Due to high needs, the manufacture and use of plastics as raw materials produced do not use plastics as raw materials for their manufacture. Side effects of this phenomenon cause plastic waste to be transferred to the Final Shelter (TPA). Plastic waste is divided into 7 types, some can be replaced, recycled, and reused. To be able to do better sorting and screening of plastic waste, human labor is needed. This causes humans to have the ability to sort and filter visual objects, but humans are less consistent in various influencing factors. However, if this is applied to a computing system, the plastic waste treatment system will provide consistent results. If this system is applied in various layers of waste treatment, the plastic waste that pollutes the environment will be reduced. With the help of Machine Learning and Deep Learning, we can apply human visual abilities to computer systems.

Keyword: *Plastic Waste, Machine Learning, Deep Learning, ResNet50*

1. Pendahuluan

Sampah rumah tangga merupakan penyumbang terbesar untuk limbah plastik di Indonesia. Penggunaan plastik pada berbagai jenis produk rumah tangga, baik sebagai alat-alat rumah tangga hingga pembungkus makanan merupakan ancaman yang serius jika tidak ditangani dengan benar. Sampah plastik tidak dapat diuraikan secara alami. Akibatnya, sampah tersebut akan terus mencemari lingkungan mulai dari darat, sungai, hingga terbawa ke laut lepas^[5].

Salah satu solusi yang dapat digunakan adalah melakukan pemisahan sampah yang dapat didaur ulang kembali. Metode daur ulang yang dapat diterapkan adalah 3R, yaitu *Recycle*, *Reuse*, dan *Reduce*. Dengan menerapkan daur ulang, sampah plastik yang mencapai Tempat Pembuangan Akhir (TPA) akan berkurang drastis.

Metode daur ulang memerlukan regulasi dan sosialisasi demi tercapainya efisiensi sampah yang dibuang ke Tempat Pembuangan Akhir. Meskipun penerapan yang dilakukan akan sangat baik dan membentuk pola kebiasaan baru di masyarakat untuk memisahkan sampah yang dapat didaur ulang hal tersebut belum cukup mencegah pencemaran lingkungan. Metode daur ulang yang memerlukan kesadaran masyarakat dalam memisahkan sampah sebelum dibuang ini, tidak menjamin sepenuhnya sampah tersebut tidak mencapai lingkungan alam yang berpotensi mencemari lingkungan dalam waktu lama.

Pengkategorian sampah plastik juga bermacam-macam diperlukan pengetahuan yang baik untuk memisahkan sampah sesuai dengan tempatnya. Penanganan daur ulang plastik saat ini masih menggunakan metode manual, dimana plastik yang akan diolah di pilih satu per satu dengan tenaga manusia. Hal ini kurang efektif mengingat besarnya kuantitas sampah plastik yang ada setiap harinya.

Machine learning merupakan cabang dari kecerdasan buatan. Dapat diartikan sebagai disiplin ilmu yang mencakup perancangan dan pengembangan algoritma yang memungkinkan komputer untuk mengembangkan perilaku yang didasarkan pada data empiris, seperti dari sensor dan basis data.

Machine learning dapat diterapkan untuk mengolah data menjadi suatu algoritma dalam memisahkan dan mengategorikan sampah secara otomatis^[10]. Data yang tersimpan dalam Machine learning juga dapat bertambah dan menghasilkan algoritma baru yang memungkinkan sistem untuk menjadi semakin baik dalam memisahkan sampah seiring bertambahnya jenis sampah plastik yang ada. Machine learning juga dapat diterapkan menjadi sebuah algoritma yang dapat diakses oleh tampilan interface.

2. Landasan Teori

Plastik yang merupakan bahan serba guna untuk membuat berbagai jenis barang yang memberi manfaat bagi kehidupan sehari-hari masyarakat. Namun, dibalik banyaknya manfaat yang diberikan, tentunya harus ada konsekuensi yang ditimbulkan dari ketergantungan masyarakat yang tinggi terhadap penggunaan produk berbahan dasar plastik. Konsekuensi berat yang harus ditanggung adalah melimpahnya limbah plastik yang lepas ke lingkungan hidup. Limbah plastik yang menumpuk dan terlepas ke lingkungan hidup dapat mengganggu ekosistem yang ada dan menyebabkan kerusakan alam yang sangat sulit diperbaiki lagi.

1 Klasifikasi

Secara umum limbah plastik dikelompokkan kedalam beberapa tipe berdasarkan bahan dasar pembuatannya, diantaranya adalah *Polyethylene* (PET), High Density Polyethylene (HDPE), Polyvinylchloride (PVC), Low Density Polyethylene (PE-LD), Polypropylene (PP), Polystyrene (PS), dan Resin ^[2].

2 Machine Learning

Machine Learning merupakan salah satu tipe kecerdasan buatan (AI atau Artificial Intelligence) yang menyediakan komputer dengan kemampuan untuk belajar dari data, tanpa harus secara eksplisit harus mengikuti instruksi yang terprogram. Machine Learning berfokus pada pengembangan program-program komputer yang dapat mengajarkan dirinya sendiri untuk tumbuh dan berubah bila diberikan data baru. ^[15] Pada tahun 1970-an, sistem pakar banyak digunakan dibanyak sektor untuk membuat perangkat lunak pembuat keputusan (Decision Making System). Sistem pakar dikembangkan dengan memberikan masukan kedalam sistem dan memberikan jawaban berdasarkan masukan pola yang diberikan disaat sistem dibuat. Hal ini tentu menjadi masalah ketika data tersebut bertambah tetapi pola yang diberikan tidak mendukung. Sistem pakar juga memiliki kelemahan ketika adanya kasus yang tidak diprediksi sebelumnya. Dengan menggunakan perangkat lunak, banyak yang dapat dilakukan oleh komputer. Hasil komputasi juga pasti memberikan hasil yang paling akurat dibandingkan dengan pengerjaan secara tradisional oleh manusia. Tetapi ketika menghadapi beberapa kasus, keakuratan komputer tidak dapat melakukan pekerjaan-pekerjaan tertentu. Contohnya, melakukan filtering pada email spam yang tidak dapat dilakukan dengan cara tradisional, salah satunya cara untuk mengatasi masalah ini adalah membuat dataset yang memadai untuk dikompilasi menjadi suatu model Machine Learning untuk melakukan filtering secara otomatis. Contoh kasus lain adalah ketika memiliki sebuah daftar nilai siswa dari seluruh dunia untuk memutuskan apakah siswa tersebut memadai untuk beasiswa yang ditawarkan, hal tersebut membutuhkan kebijaksanaan dari manusia untuk melakukan filtering bakat siswa dan dataset yang memadai. Seperti ketika siswa yang mendapatkan nilai 580 tidak mencapai nilai total 600 yang ditetapkan oleh lembaga pendidikan, tetapi siswa tersebut ternyata memiliki bakat dalam mencapai nilai satu atau beberapa mata pelajaran secara sempurna, tetapi memiliki kelemahan di beberapa mata pelajaran. Hal tersebut, tentunya tidak dapat di filtering oleh perangkat lunak tradisional, sehingga diperlukan Decision Making System berbasis Machine Learning untuk mengetahui pola minta dan bakat siswa tersebut.

3 Deep Learning

Deep Learning dipopulerkan pertama kali pada tahun 2012 pada kompetisi pengenalan citra ImageNet Large Scale Visual Recognition Competition (ILSVRC). Deep Learning secara harfiah diartikan sebagai pembelajaran mendalam. Teknik ini menjadi pemenang pertama dengan akurasi yang jauh lebih tinggi dibanding semua teknik Machine Learning yang ada selama ini, yang disebut shallow learning (pembelajaran dangkal). Deep Learning secara sederhana dapat didefinisikan sebagai "Jaringan saraf dengan lebih dari dua lapisan." ^{[1][12]}

4 Convolutional Neural Network

Convolutional Neural Network (CNN) adalah konsep arsitektur dalam penerapan Deep Learning. Dilihat dari arsitekturnya, CNN termasuk kedalam kelas deep feed-forward Artificial Intelligence^[1]. CNN terinspirasi oleh proses-proses biologi di mana pola konektivitas antar neurons menyerupai organisasi visual cortex pada binatang. Cortical Neurons menanggapi stimulasi hanya dalam suatu area terbatas pada bidang visual atau bidang reseptif (receptive field). Bidang-bidang reseptif neurons tumpang tindih secara parsial (partially overlap) sedemikian hingga mencakup seluruh bidang reseptif. Oleh karena itu, CNN banyak diaplikasikan pada analisis citra ^{[12][13]}. Arsitektur CNN terdiri dari: satu lapis masukan (input layer), suatu lapis keluaran (output layer), dan sejumlah lapis tersembunyi (hidden layers). Lapis tersembunyi umumnya berisi convolutional layers, pooling layers, normalization layers, ReLU layer, fully connected layers, dan loss layer. Semua lapisan tersebut disusun secara bertumpuk-tumpuk, seperti sepotong sandwich.

5 Python

Python pertama kali dibuat pada awal tahun 1990an oleh Guido van Rossum di Stichting Mathematisch Centrum (belanda: Yayasan Pusat Matematika) di Belanda sebagai suksesor dari bahasa sebelumnya yang dinamakan berdasarkan ABC^[4]. Guido masih merupakan penulis utama bahasa python, dan menerima banyak kontribusi secara open source.

Python merupakan mudah dipelajari dan merupakan bahasa pemrograman yang sangat berguna dan efektif. Python memiliki efisiensi struktur data tingkat tinggi dan pendekatan yang sederhana untuk menggunakan Object Oriented Programming (Pemrograman berbasis objek). Python memiliki sintaks penulisan yang elegan dan dinamis, bersamaan juga dengan bawaan interpreted, membuatnya menjadi bahasa yang ideal untuk menulis skrip dan aplikasi yang membutuhkan pengembangan yang cepat di banyak sektor dan berbagai platform ^[6].

6 Pytorch

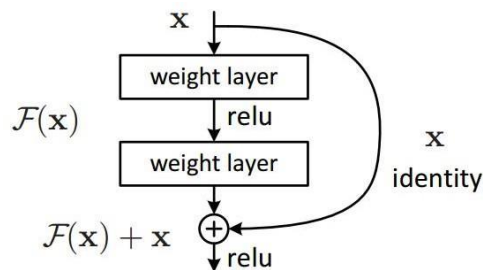
Pytorch merupakan salah satu library di bahasa pemrograman python yang digunakan untuk melakukan komputasi Deep Learning. Pytorch menekankan fleksibilitas dan membuat model Deep Learning untuk di ekspresikan dalam sintaks bahasa pemrograman Python. Pendekatan dan kemudahan penggunaan ini telah dimanfaatkan oleh pengguna awal di komunitas peneliti, dan dalam beberapa tahun sejak library ini dirilis, library ini telah berkembang menjadi suatu alat paling menonjol untuk pengolahan Deep Learning yang diaplikasikan secara luas ^[4].

Pytorch menyediakan struktur data inti, yang disebut Tensor, sebuah array multidimensional yang memiliki kemiripan dengan array yang disediakan di library NumPy. Dengan dasar itu, banyak fitur yang di bangun untuk mempermudah pembuatan proyek dan menjalankannya, atau untuk mendesign dan melatih percobaan terhadap arsitektur baru Neural Network (Jaringan Saraf Tiruan). Tensor dapat mengakselerasi operasi matematika (dengan asumsi perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan merupakan teknologi terbaru) dan Pytorch memiliki tools untuk melakukan training secara terpisah (distributed training), process pekerja (worker process, untuk menggunakan beberapa sumber daya pada satu mesin) untuk efisiensi pemuatan data, dan library tambahan dari fungsi Deep Learning pada umumnya.

Pytorch yang digunakan bersamaan dengan library torchvision, memiliki kemampuan lebih untuk melakukan komputasi Deep Learning pada objek digital seperti Gambar (2D) dan Video (3D). Salah satu metode yang sering digunakan adalah Convolutional Neural Network (CNN) yang memanfaatkan Cortical Neurons dalam analisis citra. Torchvision sangat handal digunakan untuk menggunakan pemodelan menggunakan konsep Convolutional Neural Network (CNN), dikarenakan dukungan pada arsitektur-arsitektur Convolutional Neural Network (CNN). Diantaranya adalah AlexNet, VGG, ResNet, SqueezeNet, DenseNet, Inception v3, GoogLeNet, ShuffleNet v2, MobileNet v2, ResNext, Wide ResNet, dan MNASNet.

3. Metode Penelitian

Algoritma yang akan digunakan disini adalah arsitektur ResNet50 atau Residual Network yang dipublikasikan pertama kali pada tahun 2015 pada kompetisi ILSVRC 2015. Arsitektur ini memiliki tiga ciri khusus yang berupa koneksi lompat (skip connections), menggunakan batch normalization, dan menghilangkan fully connected layers dibagian akhir. Pada sejumlah arsitektur CNN, saat jaringan terlalu dalam, umumnya akurasi yang didapat akan mulai menurun dan berujung pada tingkat error yang lebih tinggi. ResNet berhasil memecahkan permasalahan tersebut dengan menambah sebuah cara untuk melompat atau melewati sejumlah layer yang dinamakan Residual Learning, seperti diilustrasikan pada Gambar 3.1 tentang Residual Learning Block.

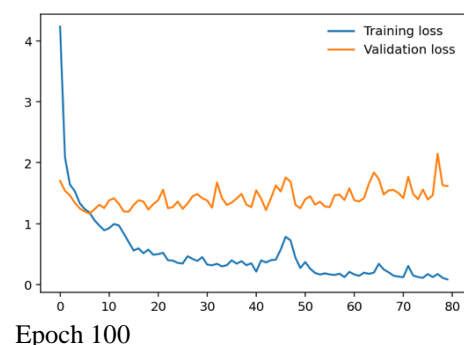
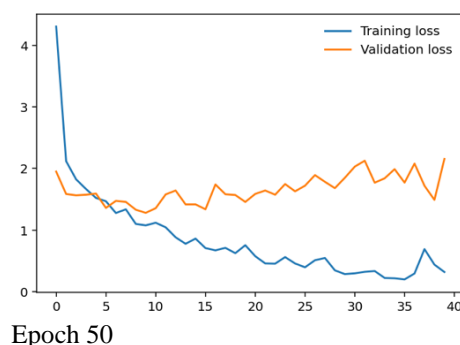


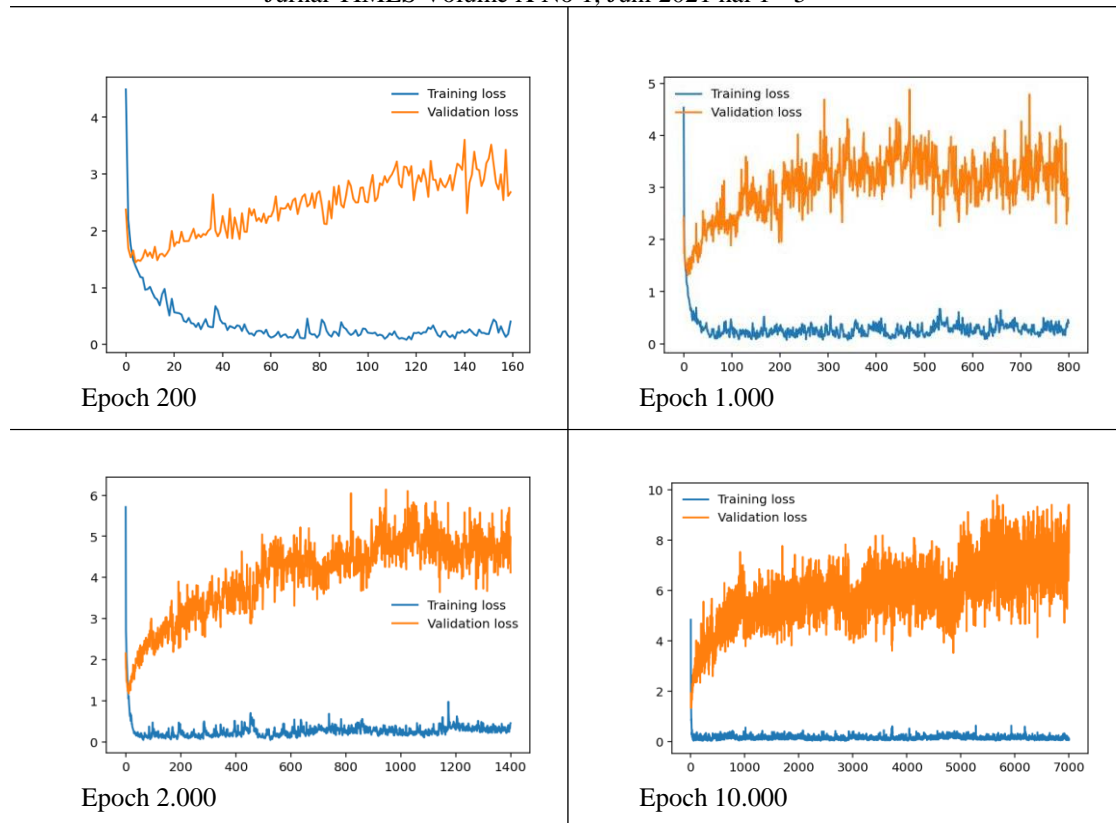
Gambar 3.1 Residual Learning Block

Secara sederhana aplikasi ini merupakan aplikasi dengan konsep dasar client-server. Sebagai client, ada aplikasi android yang bertujuan sebagai User Interface (UI) yang digunakan sebagai alat untuk melakukan upload atau pengambilan gambar dan menampilkan hasil dari analisa gambar. Untuk client juga diberikan penjelasan jenis sampah plastik tersebut. Sebagai server, akan digunakan sebagai tempat untuk melakukan training model, pengembalian hasil analisa gambar, dan sebagai database.

4. Hasil Penelitian

Untuk melakukan pengujian terhadap hasil train, penulis mencoba beberapa nilai untuk variabel epoch yang digunakan, mulai dari 50, 100, 200, 1.000, 2.000, dan 10.000. Berikut adalah grafik yang menunjukkan hasilnya.





Gambar 4.1 Hasil Training Model

Meskipun pada hasil menunjukkan meningkatnya angka validation loss yang lebih rendah disaat nilai epoch 50, semakin tinggi nilai epoch menunjukkan bahwa semakin banyak neuron yang digenerate. Dengan jumlah banyaknya jumlah neuron yang digenerate, akurasi secara A/B pada saat prediksi akan meningkat. Hal ini ditunjukkan oleh epoch 2.000 hingga 10.000 yang menunjukkan meningkatnya volatilitas dari validation loss. Pada saat pengujian secara nyata menunjukkan hasil yang paling memuaskan dimiliki oleh epoch nomor 10.000.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan evaluasi yang telah dilakukan selama penelitian, maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Sampah plastik dapat dipisahkan menggunakan *Deep Learning* dengan mengenali citra dan pola dari gambar yang diproses.
2. Sampah plastik di pisahkan dalam 7 kategori dan memiliki kode pada kemasan.
3. Model *Deep Learning* dapat diinstall kedalam aplikasi atau sistem terpasang dalam manufaktur pengolahan sampah.

6. Daftar Pustaka

- [1] Alom, M.Z. et al. The History Began from AlexNet: A Comprehensive Survey on Deep Learning Approaches, Cornell University Library's arXiv.org. Available at: <http://arxiv.org/abs/1803.01164>. 2018.
- [2] Amanda Bahraini. "7 Tipe Plastik yang Perlu Anda Ketahui", Waste4Change.com. Tersedia: <https://waste4change.com/7-types-plastic-need-know>. Juli 2018.
- [3] Dedi Setiabudidaya. Penggunaan Piranti Lunak Jupyter Notebook dalam Upaya Mensosialisasikan Open Science, Jurusan Fisika Universitas Sriwijaya, Indonesia. 2018.
- [4] Eli Stevens, Luca Antiga. Deep Learning with PyTorch, Shelter Island, New York. 2019.
- [5] Firman L Sahwan, et al. Sistem Pengelolaan Limbah Plastik Indonesia, Indonesia, Indonesia, Tersedia: <http://ejurnal.bppt.go.id/index.php/JTL/article/view/330>. 2005.
- [6] Guido van Rossum. et al. Python Tutorial Release 3.7.0, Python Software Foundation. 2018.
- [7] Jupyter Foundations. Jupyter Notebook Documentation Release 7.0.0.dev0. 2020.
- [8] Kaiming He. et al. Deep Residual Learning for Image Recognition, Microsoft Research, arXiv.org. Tersedia: <http://arxiv.org/abs/1512.03385v1>. 2018.
- [9] Marko Gargenta. Learning Android, San Francisco. 2011.
- [10] Patrick Hebron. Machine Learning for Designers, USA. 2016.
- [11] Stephen, et al. Aplikasi Convolutional Neural Network Untuk Mendeteksi Jenis-Jenis Sampah, Indonesia, Tersedia: <http://jurnal.ubl.ac.id/index.php/explore/article/view/1319>. 2019.
- [12] Dr. Suyanto. et al. Deep Learning Modernisasi Machine Learning untuk Big Data, Indonesia. 2019.

- [13] Suyanto. Artificial Intelligence: Searching, Reasoning, Planning, and Learning, Indonesia. 2014.
- [14] Vipin Tyagi. Understanding Digital Image Processing, Department of Computer Science and Engineering Jaypee University of Engineering and Technology Raghograph, Guna (MP), India. 2018.
- [15] Widodo Budiharto. Machine Learning & Computational Intelligence, Indonesia. 2016.