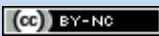



# Klasifikasi sampah menggunakan Convolutional Neural Network

Kartiko Mustafi Sandi<sup>a,1</sup>, Abi Prima Yudha<sup>a,2</sup>, Nanda Dimas Aryanto<sup>a,3</sup>, Mahatamtama Arya Farabi<sup>a,4</sup>

<sup>a</sup> Universitas Amikom Yogyakarta, Jalan Ring Road Utara Condong Catur Depok-Sleman, Yogyakarta dan 55283, Indonesia

<sup>1</sup>nanda.1605@students.amikom.ac.id; <sup>2</sup>mahatamtama.farabi@students.amikom.ac.id, <sup>3</sup>kartiko.sandi@students.amikom.ac.id<sup>4</sup>abi.y@students.amikom.ac.id

INFORMASI ARTIKEL	ABSTRAK
<p>Diterima : 02 – 05 – 2022 Direvisi : 25 – 06 – 2022 Diterbitkan : 31 – 07 – 2022</p> <p><b>Kata Kunci:</b> CNN Teknologi Artificial Intelligence Sampah Deep Learning</p>	<p>Tingginya populasi manusia turut menyumbangkan peningkatan jumlah sampah, sehingga dibutuhkan sebuah sistem yang membantu manusia mengklasifikasikan sampah. Perkembangan teknologi yang dirasakan hampir di semua aspek kehidupan termasuk pada pengembangan lingkungan. Dengan teknologi yang ada diharapkan bisa membantu meringankan tugas manusia dan meningkatkan efektifitas penggunaan waktu. <i>Convolutional Neural Network</i> (CNN) merupakan sebuah sistem pengolahan objek dengan pengenalan citra. Dan dengan menggunakan teknik CNN atau <i>Convolutional Neural Network</i> yang banyak digunakan untuk mengenali suatu objek dan diharapkan dapat mempermudah kerja manusia serta menghemat waktu yang digunakan.</p> <p> </p>

## I. Pendahuluan

Indonesia penyumbang sampah paling banyak kedua di dunia. Karena dihasilkan banyak sampah dari kegiatan sehari-hari terutama pada banyak kota besar di Indonesia. Pengelolaan sampah yang kurang maksimal juga menjadi salah satu penyebabnya sehingga terjadi peningkatan volume sampah baik di TP maupun di sungai. Sampah merupakan sisa-sisa yang tidak dibutuhkan baik yang berasal dari makhluk hidup maupun benda mati. Namun, sampah yang berasal dari benda mati (anorganik) membutuhkan waktu yang lama untuk bisa terurai dan volumenya terus meningkat setiap harinya.

Dewasa ini, plastik yang mencemari terdiri dari berbagai jenis dan ukuran dapat dimanfaatkan secara luas. Pada daerah perkotaan, sampah dihasilkan dan dibuang oleh penduduk yang bisa memperburuk kondisi sungai yang berperan sebagai sumber air kehidupan. Namun membersihkan sampah secara manual bukanlah solusi yang tepat karena membutuhkan banyak waktu dan tenaga. Dari pemikiran tersebut dibutuhkan sebuah sistem yang meningkatkan efektifitas waktu dan tenaga dalam memilah sampah. Dengan pemilahan sampah yang tepat akan memudahkan pengolahan sampah sehingga sedikit demi sedikit bisa mengurangi volume sampah Indonesia.

Perkembangan teknologi telah banyak mempengaruhi kelangsungan hidup manusia, guna menunjang semua proses agar berjalan dengan cepat, tepat, dan efisien, tidak terkecuali pada sektor pengembangan lingkungan. Saat ini, perkembangan perangkat keras dalam peningkatan performa komputer dan perangkat lunak berfungsi meniru kecerdasan manusia atau yang disebut sebagai kecerdasan buatan (*artificial intelligence*). Komputer diharapkan untuk mempercepat kerja manusia dan melakukannya dengan cepat dan tepat sehingga bisa lebih efektif. dengan perkembangan yang terjadi tidak menutup kemungkinan komputer akan mengambil informasi dari suatu citra pengenalan objek dengan otomatis. Salah satu teknologi dalam pengenalan objek yang telah digunakan sekarang ini adalah pengenalan wajah, pengenalan sidik jari, pengenalan plat nomor, dan juga pengenalan-pengenalan terhadap objek lain.

Banyak metode yang digunakan untuk pengolahan citra melalui pengenalan objek salah satu metode yang banyak digunakan adalah *Convolutional Neural Network* (CNN) yang menggunakan algoritma dari *Deep Learning*[1]–[4]. Dasar metode CNN merupakan sebuah neural network yang menggunakan operasi matematika yang dapat menggantikan operasi multiplikasi matriks-matriks yang terdapat pada setiap layer. Metode CNN memiliki hasil yang paling signifikan, karena metode ini meniru sistem pengenalan citra seperti

yang dilakukan pengolahan citra yang dilakukan manusia. Metode CNN terbukti efektif karena telah banyak penelitian yang mengungkapkan keefektifan pengolahan citra didapatkan hasil diatas 70% akurat. Selain itu, CNN menjadi salah satu metode yang populer dan banyak digunakan untuk penelitian. Cara kerjanya yaitu dengan memasukkan beberapa citra (gambar) akan menghasilkan suatu pola dari beberapa bagian citra yang nantinya akan diklasifikasikan. Oleh karena itu, untuk membantu mengatasi masalah dalam pemilahan sampah plastik dan sampah kaleng, akan dilakukan pengenalan pada komputer terhadap sampah berupa botol plastik dan minuman kaleng.

Oleh karena itu, pada penelitian ini memanfaatkan kelebihan dari metode CNN[3], [5]–[10] yaitu mengklasifikasikan dan menghasilkan sesuatu yang signifikan dalam pengenalan objek yang diperuntukkan untuk data gambar sebagai solusi pengklasifikasian sampah. Sehingga dapat mengurangi populasi sampah di Indonesia yang berdampak pada kelangsungan hidup manusia. Diharapkan masyarakat Indonesia dapat memanfaatkan sampah dan mengurangi penggunaan sampah agar tidak meningkatkan jumlahnya. Sehingga pada penelitian ini *Convolutional Neural Network* (CNN) akan digunakan sebagai pengklasifikasian sampah.

## II. Metode

### A. Populasi dan Sampel Penelitian

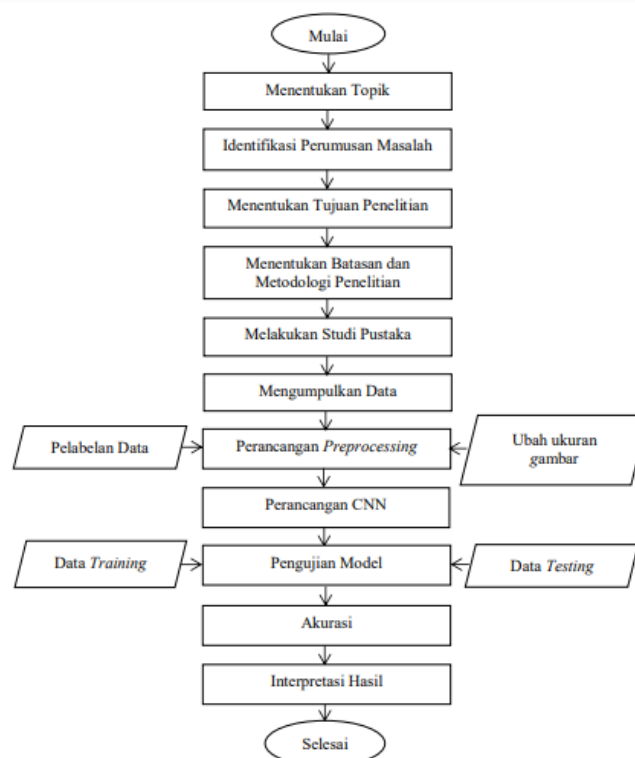
Penelitian ini menggunakan populasi berupa gambar sampah yang bisa didaur ulang dan dalam jumlah besar sehingga mencemari lingkungan Indonesia. Sedangkan sampel yang digunakan adalah jenis sampah yang tidak bisa diurai dengan sendirinya dan bisa dimanfaatkan dengan cara didaur ulang, diantaranya yaitu kertas, kaca, *metal*, sampah, *cardboard*, dan plastik. Gambar yang digunakan pada penelitian ini yaitu lebih dari 100 gambar untuk masing masing jenis sampah.

### B. Jenis dan Sumber Data

Dalam penelitian ini menggunakan bantuan perangkat lunak Google Chrome dan Fatkun Batch Download Image. Metode analisisnya menggunakan metode Convolutional Neural Networks yang digunakan untuk mengklasifikasikan gambar kertas, kaca, metal, sampah, cardboard, dan plastic.

### C. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 1



Gambar 1. Tahapan Penelitian

#### 1) Menentukan Topik

Penelitian ini dilakukan berdasarkan banyaknya jumlah sampah yang ada di Indonesia serta kurangnya pengetahuan masyarakat tentang jenis sampah dan kegunaannya.

## 2) Identifikasi Perumusan Masalah

Mengambil rumusan masalah berdasarkan latar belakang penelitian.

## 3) Menentukan Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk memudahkan klasifikasi sampah dan mempermudah pengelolaan sampah, sehingga dapat mengurangi jumlah sampah di Indonesia.

## 4) Menentukan Batasan Masalah dan Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian yang digunakan yaitu *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan menggunakan perangkat lunak.

## 5) Melakukan Studi Pustaka

Pada tahapan ini peneliti melakukan studi pustaka yang berkaitan dengan penelitian yang digunakan. Dalam hal ini meliputi sampah, pengenalan gambar, *Artificial Intelligence*, *Convolutional Neural Network* dan literatur lainnya yang berkaitan dengan judul.

## 6) Mengumpulkan Data

Peneliti mengumpulkan data yang berupa gambar dari berbagai macam sampah, diantaranya yaitu kertas, kaca, *metal*, sampah, *cardboard*, dan plastik. Pengumpulan data dilakukan melalui situs Google Image dan selanjutnya diunduh dengan menggunakan aplikasi *Fatkun Batch Download Image*.

## 7) Perancangan Preprocessing

Dalam tahap ini, peneliti melakukan pembagian data yang telah dikumpulkan (data yang digunakan dalam proses training) dan menguji data (data yang akan diuji). Kemudian mengubah dimensi data yang dimiliki agar terjadi kesamaan dimensi.

## 8) Perancangan CNN

Perancangan CNN merupakan tahap krusial dimana dilakukan penyusunan model yang akan terlibat dalam pelatihan data.

## 9) Pengujian model

Peneliti melakukan pengujian terhadap model yang telah digunakan selanjutnya dilakukan pengujian pada data *test* dan data *train* yang dikumpulkan.

## 10) Akurasi

Tingkat akurasi menunjukkan tingkat ketepatan pengklasifikasian jenis sampah, semakin tinggi nilainya akan semakin tepat pengklasifikasiannya.

## 11) Interpretasi Hasil

Pada tahap ini, peneliti melakukan interpretasi pada hasil penerapan model CNN berupa matriks pada data *train* dan data *test*, serta menginterpretasi nilai akurasi yang dihasilkan model.

# III. Hasil dan Pembahasan

## A. Pengertian sampah

Sampah merupakan hasil sisa atau barang yang telah dibuang dari segala aktivitas yang telah dilakukan oleh manusia. Definisi dan peran sampah pada masing-masing kalangan akan berbeda-beda karena pada kalangan tertentu akan menjadi barang yang sangat berharga karena dapat dimanfaatkan kembali oleh beberapa kalangan. Beberapa masalah yang sering ditemui pada masyarakat urban atau perkotaan adalah permasalahan sampah. Beberapa bentuk sampah yaitu berbentuk cair, padat, dan gas.

Menurut SNI 13-1990-F mengenai cara mengelola sampah pada wilayah urban atau perkotaan mendefinisikan sampah terdiri dari zat yang dapat diuraikan (organik) dan zat yang tidak bisa diuraikan (anorganik) yang bersifat padat serta tidak dapat digunakan dan diolah kembali karena terdapat zat yang bisa membahayakan lingkungan.

Menurut Anwar, sampah merupakan suatu barang yang tidak dapat dipergunakan kembali, sehingga beberapa jenis sampah tertentu yang bisa dikelola dan didaur ulang dengan baik agar dapat menghindari hal-hal yang dapat merusak lingkungan.

Menurut Kodoatie, sampah merupakan limbah buangan yang memiliki sifat setengah padat atau padat yang berasal dari aktivitas manusia, hewan, dan tumbuhan sehari-hari.

Menurut UU-18/2008 sampah merupakan bentuk buangan berbentuk padat yang berasal dari sisa aktivitas sehari-hari manusia. Sampah spesifik merupakan limbah atau buangan yang memerlukan sifat, konsentrasi, dan pengelolaan khusus.

Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 81 Tahun 2012, sampah rumah tangga merupakan sampah dari aktivitas sehari-hari. Sampah yang sama atau sejenis dengan sampah rumah tangga ialah sampah yang berasal dari kawasan industri, kawasan khusus, kawasan komersial, fasilitas umum, fasilitas sosial, dan fasilitas lainnya.

Berlandaskan pada beberapa pengertian sampah diatas, dapat disimpulkan bahwa sampah merupakan materi atau buangan sisa bahan dari manusia atau makhluk hidup lainnya (alam), yang tidak lagi memiliki nilai dan dapat membahayakan fungsi lingkungan jika salah dalam pengolahannya.

#### *B. Jenis-jenis sampah*

Beberapa jenis sampah yang banyak digunakan dan dihasilkan disekitar kita, yaitu sampah rumah tangga, sampah perkebunan, sampah pertanian, sampah industri, sampah pasar, sampah medis, dan lain-lain. Sampah dapat digolongkan berdasarkan sifat kimia dari unsur pembentuk sampah, sampah padat dapat digolongkan menjadi dua yaitu:

##### *1) Sampah organik*



Gambar 2. Sisa Makanan

Sampah organik atau sampah basah merupakan sampah yang berasal dari makhluk hidup atau jasad hidup, sehingga dalam penggunaannya sampah ini mudah untuk diuraikan secara alami (dapat membusuk). Contoh dari sampah organik adalah sampah daging, daun, sayuran, sisa makanan, dan lain sebagainya seperti yang ditunjukkan pada [Gambar 2](#).

##### *2) Sampah anorganik*



Gambar 3. Sampah plastik

Sampah anorganik atau sampah non organik merupakan jenis sampah kering yang tersusun senyawa kimia atau non organik yang berasal dari kebutuhan manusia yang tidak menggunakan sumber daya alam seperti minyak bumi, mineral, dll. Contoh dari sampah organik adalah botol plastik, kemasan plastik, logan, kaleng, dan lain sebagainya, salah satu contohnya ditunjukkan apda [Gambar 3](#).

#### *C. Jenis bahan penyusun sampah*

Jenis bahan penyusun sampah :

##### *a) Cardboard*



Gambar 4. *Cardboard*

Cardboard memiliki beberapa tipe yang dapat digunakan sesuai dengan kebutuhan masing-masing. Seperti kotak tisu, papan nama, kotak sereal dan lain sebagainya. Menurut penelitian, cardboard sendiri memiliki 3 jenis tipe antara lain *graphic cardboard*, *solid cardboard*, dan *corrugated cardboard*. [Gambar 4](#) menunjukkan contoh dari *cardboard*.

*b) Kaca*



Gambar 5. Kaca

Kaca merupakan padatan yang berasal dari hasil olahan dari beberapa proses kimia, fisika, dan biologi. Bahan utama dari pembuatan kaca adalah pasir silika. Kaca memiliki efek positif dan efek negatif bagi lingkungan. Efek positif dari kaca adalah menunjang kehidupan masyarakat sedangkan efek negatif dari kaca adalah jika penggunaannya tidak sesuai maka akan berdampak serius pada lingkungan. Kaca ditunjukkan pada [Gambar 5](#).

*c) Metal*



Gambar 6. Aluminium foil



Menurut KBBI, metal adalah bahan dasar yang berat, padat, memiliki sifat tertentu, dapat ditempa, dapat dilebur dengan menggunakan panas api dan listrik. Contoh dari bahan metal yang umum digunakan seperti stainless steel, aluminium, baja ringan, besi seperti yang ditunjukkan pada [Gambar 6](#).

d) *Kertas*



Gambar 7. Kertas

Kertas merupakan bahan yang umum sekali kita temui dengan bahan dasar pembuatannya dari kayu dan pohon. Penggunaan kertas yang meningkat menyebabkan meningkatnya kasus eksploitasi hutan. Namun, pada saat ini terdapat beberapa alternatif bahan pembuatan kertas yang sudah mulai dikembangkan antara lain : tebu dan sampah kertas (pulp), batang pisang, eceng gondok, kulit jagung, tongkol jagung, dan daun jati, dan jerami. Kertas ditunjukkan pada [Gambar 7](#).

e) *Plastik*



Gambar 8. Plastik

Plastik salah satu material terbuat darinafta yang merupakan hasil dari turunan minyak bumi yang didapatkan dari proses penyulingan. Plastik termasuk material yang tidak alami karena tidak dapat digunakan kembali setelah digunakan dan sulit diuraikan oleh mikroba tanah sehingga dapat mencemari lingkungan. Berdasarkan jenisnya, plastik dibagi menjadi 6 jenis yaitu Polyethylene Terephtalate (PET), High Density Polyethylene (HDPE), Polyvinyl Chloride (PVC), Polyethylene (LDPE), Polypropylene (PP), Polystyrene (PS) dan lain sebagainya seperti yang ditunjukkan pada [Gambar 8](#).

*D. Permasalahan sampah di Indonesia*

Besarnya wilayah Indonesia dan tingginya angka penduduk di Indonesia, berdampak memunculkan beberapa masalah, salah satunya masalah sampah. Permasalahan sampah merupakan masalah yang sering dijumpai di masyarakat Indonesia. Beberapa daerah urban atau perkotaan dengan lahan yang sempit dan akibat kurangnya pengetahuan masyarakat dalam pembuangannya akhirnya menjadikan daerah tersebut dipenuhi sampah.

Permasalah sampah merupakan isu yang sulit untuk dihindari di Indonesia. Banyak daerah yang masih kurang peduli tentang kesehatan lingkungan sekitarnya yang akan berimbas pada lingkungan itu sendiri. Peningkatan jumlah sampah juga dipengaruhi oleh tingginya jumlah penduduk yang terus bertambah setiap tahunnya.

Menurut data yang ada, sekitar 60% sampah yang berada pada daerah urban atau perkotaan di Indonesia yang sudah bisa diangkut ke TPA. TPA merupakan singkatan dari “Tempat Pemrosesan Akhir” yang bertujuan untuk memproses sampah dengan metode yang aman bagi lingkungan dan manusia.

Masyarakat Indonesia masih belum memiliki rasa kepedulian dan kesadaran akan sampah. Terbukti dengan banyaknya masyarakat yang masih membakar sampah karena merasa dengan cara itulah sampah dapat cepat dihilangkan. Disamping itu, masih banyak juga yang membuang sampah sembarangan di bantaran sungai atau bahkan pada sungai tanpa memikirkan dampak kedepannya. Dengan adanya penumpukan sampah pada sungai dapat mengakibatkan aliran air sungai tersebut tercemar.

Menurut Hadiwiyoto (1983), berbagai kegiatan dan gaya hidup masyarakat sangat mempengaruhi kualitas dan kuantitas sampah. Faktor-faktor penting yang dapat mempengaruhi produksi sampah adalah:

a) *Jumlah penduduk*

Semakin meningkatnya laju pertumbuhan penduduk, maka semakin banyak pula sampah yang dihasilkan tiap harinya.

b) *Kedaaan sosial*

Semakin meningkatnya sosial ekonomi pada masyarakat, maka semakin banyak pula sampah yang harus diproduksi.

c) *Kemajuan teknologi*

Perkembangan teknologi mengakibatkan pertambahan sampah dengan bahan baku yang semakin beragam

E. *Pengelolaan sampah secara manual*

Pengolahan sampah adalah salah satu bagian penangan sampah dan berdasarkan UU Nomor 18 Tahun 2008, pengelolaan sampah adalah proses perubahan bentuk sampah dengan mengubah karakteristik, komposisi, dan jumlah sampah. Dalam proses pengolahan sampah, hal pertama yang dilakukan adalah memilah sampah terlebih dahulu. Pemilahan sampah sendiri dapat dilakukan secara mekanis maupun manual. Pemilahan yang dilakukan secara manual membutuhkan tempat yang luas dan tenaga kerja yang banyak agar mempercepat dan mempermudah pemilahan dimana sampah dipilah dan dibongkar dari awal proses hingga akhir murni menggunakan tenaga manusia. Sampah dipilah dari yang awalnya heterogen hingga menjadi lebih homogen. Berlaku pula untuk sampah yang sifatnya berbahaya dan beracun yang dipisahkan dari sampah lainnya untuk dibawa ke tempat pembuangan khusus.

F. *Pengolahan sampah dengan menggunakan teknologi*

Dengan kemajuan teknologi pada masa ini, ditawarkan berbagi solusi untuk menangani permasalahan sampah. Mengolah sampah menggunakan teknologi lebih efektif dan efisien dibandingkan dengan cara manual atau menggunakan tenaga manusia. Di Indonesia sendiri pemanfaatan teknologi untuk mengelola sampah masih belum diterapkan dengan baik. Contoh teknologi pengelolaan sampah yang digunakan di Indonesia adalah teknologi TPS3R. Teknologi TPS3R merupakan sistem pengolahan sampah dengan metode penggabungan mesin pencacah sampah dan pengayak kompos yang lebih efektif dan efisien. Kompos yang dihasilkan oleh teknologi bisa diperjualbelikan sehingga dapat meningkatkan perekonomian rakyat.

G. *Artificial Intelligent*

Kecerdasan buatan (*artificial intelligence*) merupakan sebuah inovasi yang digunakan untuk meniru kecerdasan yang dimiliki makhluk hidup maupun benda mati dalam penyelesaian sebuah masalah. Kecerdasan buatan merupakan sebuah studi tentang bagaimana membuat sebuah program yang dapat melakukan pekerjaan dengan lebih baik dari manusia. Hal ini diciptakan bertujuan untuk mengetahui atau memodelkan proses pikir manusia sehingga bisa menirukan perilaku manusia. Mesin bisa bertindak selayaknya manusia dengan pengetahuan yang telah disusun.

H. *Metode CNN*

Proses pengklasifikasian suatu barang biasanya dapat dikerjakan dengan mudah secara manual oleh manusia atau para pekerja. Akan tetapi dengan perkembangan teknologi yang ada yang tentunya memiliki tujuan untuk mempermudah kegiatan manusia, proses pengklasifikasian dapat dilakukan dengan bantuan komputer atau mesin pengklasifikasian. Selain itu dengan adanya pengklasifikasian sampah secara manual masih terdapat beberapa kesalahan mungkin disebabkan karena pekerja yang kurang fokus karena terlalu banyak pekerjaan yang harus dilakukan.

Melihat kondisi bahwa Indonesia merupakan salah satu negara penyumbang sampah di dunia. Perlu dilakukannya edukasi terlebih dahulu kepada para pekerja yang bertugas untuk mengklasifikasikan sampah. Hal tersebut tentu akan memakan waktu, oleh karena itu kita perlu memanfaatkan teknologi dengan baik dalam masalah pengklasifikasian sampah agar kita bisa memanfaatkan pekerja dalam bidang lain dan juga bisa lebih tepat dan cepat dalam proses pengklasifikasian sampah tersebut (Ramadhani dkk, 2021).

Sementara permasalahan mengenai sampah kian bertambah, menjadikan hal tersebut menjadi fokus utama lebih tepatnya yaitu mengenai klasifikasi sampah. Seperti yang kita ketahui bahwa pengklasifikasian sampah ini akan berhubungan erat dengan proses daur ulang sampah. Proses daur ulang sampah merupakan suatu cara yang digunakan untuk mengurangi adanya sampah yang terbuang. Dalam proses daur ulang biasanya sebelum itu dilakukan proses pengklasifikasian sampah terlebih dahulu untuk mengetahui jenis pengolahan daur ulang apa yang dapat digunakan untuk mengolah sampah tersebut.

Salah satu proses atau teknologi feature engineering yang ditemukan oleh Yann Lecun dan juga teman temannya pada tahun 1989 yaitu teknologi untuk melakukan kegiatan klasifikasi sampah dengan menggunakan suatu permasalahan atau kasus di Feed Forward Neural Network yaitu dengan nama Convolution Neural Network atau CNN. Tetapi sayangnya penemuan teknologi tersebut tidak dilakukan atau tidak dikembangkan akibat kurangnya perangkat yang memadai atau mendukung proses pengembangan tersebut.

Setelah beberapa tahun kemudian teknologi ini dikembakan lagi tetapi dengan nama yang berbeda yaitu NeoCognitron oleh peneliti di jepang dengan nama Kunihiko Fukushima . Tidak berhenti disitu penelitian yang dikembangkan oleh peneliti di jepang itu kemudian dikembangkan lagi oleh Yann Lecun dan kemudian pada tahun 2012 Alex Krizhevsky berhasil menjuarai suatu kompetisi dan mulai sejak itu lah CNN mulai dikenal dan juga dipercaya bahwa pengembangan CNN sudah berhasil dilakukan (Suartika dkk, 2016).

Pengertian dari Convolution Neural Network itu sendiri yaitu suatu pengembangan dari sebuah Multilayer Perceptron (MLP) yang diciptakan atau didesain untuk mengolah data dua dimensi. CNN ini masuk ke dalam jenis Deep Neural Network, hal tersebut dikarenakan suatu kedalaman jaringan yang tinggi dan juga banyak diaplikasikan pada sebuah pengolahan data. CNN banyak digunakan oleh masyarakat dengan kemampuan yang dia miliki yang tentunya dapat membantu kegiatan atau pekerjaan yang dilakukan oleh manusia.

Metode CNN ini banyak digunakan dalam suatu pengolahan. CNN citra. CNN merupakan suatu algoritma yang berasal dari Deep Learning dan menghasilkan suatu data yang signifikan dalam pengenalan suatu citra. Tentunya hal tersebut dikarenakan metode ini menerapkan sistem yang sama dengan pengenalan citra pada visual cortex yang ada pada manusia. Tentunya hal tersebut menyebabkan metode ini memiliki kemampuan yang hampir sama dengan cara kerja manusia dan juga tentunya dengan hasil yang lebih baik dan lebih konsisten.

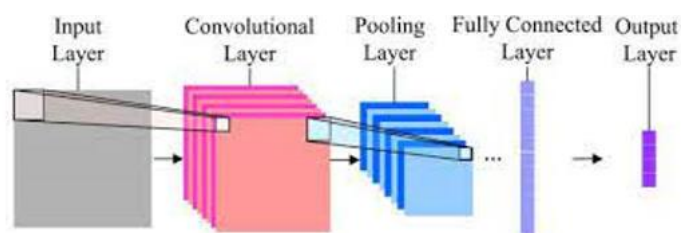
### 1. Sistem CNN

Sama seperti penemuan teknologi pada umumnya tentunya suatu teknologi akan membutuhkan sistem untuk melakukan pekerjaannya. Penentuan suatu sistem pada teknologi tertentu membutuhkan waktu yang cukup lama untuk mempersiapkan suatu alat yang memiliki kualitas yang baik. Begitu juga dengan sistem pada metode CNN yang sudah dikembangkan beberapa tahun yang lalu pasti melalui waktu yang cukup panjang sehingga bisa digunakan saat ini. Sistem yang ada pada CNN ini yaitu dengan menggunakan pengklasifikasian[8], [11]–[14].

Sebelum ditemukannya CNN ada banyak algoritma yang digunakan untuk membantu mengklasifikasikan suatu gambar. Tetapi pada CNN ini mengikuti suatu hierarki untuk membangun jaringan contohnya yaitu corong dan akan terhubung dengan semua neuron dan suatu output akan diproses dari sistem tersebut. Berdasarkan penjabaran dari Yann lecutn, orang yang menemukan konsep atau sistem dari CNN yaitu proses pengklasifikasian digit dengan menggunakan suatu lapisan konvolusi tunggal.

Konsep sistem yang diteliti oleh Yann lecutn pada akhirnya dipublikasikan oleh Alexnet yaitu dengan menggunakan beberapa lapisan konvolusi pada imagenet. Hal tersebut yang menjadikan CNN ini menjadi suatu algoritma yang patut dijadikan pilihan untuk mengklasifikasikan suatu gambar. Sistem yang dimiliki oleh CNN ini memiliki tingkat akurasi yang sangat tinggi dibandingkan dengan sistem metode lain seperti metode MPL[15].

Dalam suatu teknologi modern sering dikenal dengan teknologi sistem cerdas atau kecerdasan buatan. Kecerdasan buatan ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi gambar sampah dengan menggunakan sebuah platform atau bahkan dapat melalui sebuah mobile phone. Konsep atau sistem dari CNN ini yaitu dengan memanfaatkan tiga pokok arsitektur yaitu local receptive fields. Shared weight yang merupakan sebuah filter dan spatial Convolution yaitu matriks yang berfungsi untuk melakukan filter. Sistem CNN ditunjukkan pada Gambar 9.





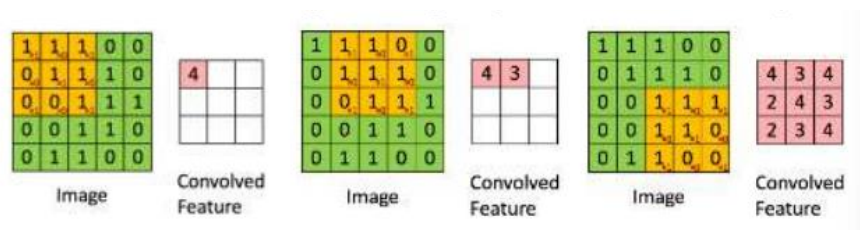
Gambar 9. Sistem CNN

#### J. Cara kerja metode CNN

Pada CNN terdapat beberapa bagian yang tentunya memiliki fungsi dan peran masing masing. Bagian bagian tersebut antara lain yaitu :

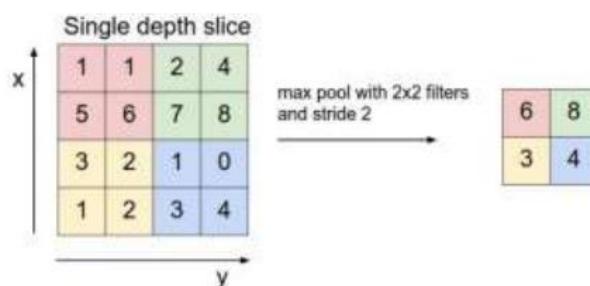
- *Convolution Layer*

*Convoluting Layer* ini merupakan suatu operasi konvolusi suatu output dari lapisan sebelumnya. *Layer* ini merupakan suatu proses utama yang mendasari suatu CNN dan merupakan lapisan utama yang paling penting dalam suatu sistem yang digunakan dalam CNN. Konvolusi sendiri yaitu istilah matematis yang berguna untuk mengolah citra dan untuk mengaplikasikan sebuah kotak kuning atau disebut dengan kernel pada suatu offset yang memungkinkan seperti dijelaskan pada gambar . Kemudian pada kotak yang berwarna hijau secara keseluruhan merupakan suatu citra yang akan digunakan untuk proses konvolusi. Kernel atau kotak kuning bergerak dari sudut atas ke kanan bawah. Hal tersebut menyebabkan hasil konvolusi dari citra akan dapat dilihat pada gambar pada sebelah kanannya. Tujuan dari proses ini yaitu untuk mengekstraksi suatu fitur dari citra *input*. Pada konvolusi ini akan menghasilkan transformasi linear data yang sudah di input sesuai dengan sistem yang telah di atur. *Convolution matrix* ditunjukkan pada [Gambar 10](#).

Gambar 10. *Convolution Layer*

- *Pooling layer*

Pooling layer merupakan suatu layer dengan memanfaatkan fungsi feature map sebagai suatu masukan kemudian mengolah dengan berbagai operasi statistika yang sudah diterapkan oleh sistem yang diatur. Pooling layer pada CNN disisipkan dengan teratur setelah layer sebelumnya yaitu convolution layer. Pooling ini merupakan suatu layer yang digunakan secara berturut turut dalam suatu arsitektur CNN dengan progresif. Tujuan digunakannya pooling layer ini yaitu mengambil max pooling atau nilai rata-rata dari bagian-bagian dari citra. Proses dari pooling layer ini yaitu terdapat kotak berwarna merah, hijau, kuning dan biru yang berada pada sisi kiri yang akan dijadikan kotak dengan nilai maksimum. Hasil dari proses dapat dilihat di bagian kanan. Penggunaan pooling layer yaitu untuk mereduksi ukuran citra sehingga dapat dengan mudah digantikan dengan layer lain yaitu layer convolution layer. *Pooling layer* ditunjukkan pada [Gambar 11](#).

Gambar 11. *Pooling layer*

- *Fully Connected Layer*

Bagian yang terakhir yaitu fully connected layer merupakan lapisan yang menjadi tempat penghubung neuron dari lapisan sebelumnya. Lapisan ini biasanya digunakan dalam suatu sistem MLP dan dnegan tujuan yaitu untuk melakukan transformasi pada dimensi suatu data agar dapat diklasifikasikan secara linear atau dengan seoptimal mungkin

#### IV. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan tentang penggunaan Convolutional Neural Network (CNN) dalam pengklasifikasian sampah yang bisa didaur ulang di Indonesia dengan kesimpulan sebagai berikut :

1. Tingkat akurasi yang diperoleh dari model Convolutional Neural Network (CNN) yaitu sebesar 92% pada proses training dan 79% pada proses testing. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penggunaan Convolutional Neural Network mampu mengklasifikasi jenis sampah dengan baik.
2. Hasil klasifikasi pada data baru sebanyak 6 gambar untuk menguji model, ditemukan semua gambar berhasil diklasifikasikan dengan benar.

Pengklasifikasian sampah menggunakan Convolutional Neural Network bekerja dengan baik, diharapkan bisa dikembangkan dan digunakan untuk memudahkan kerja manusia sehingga bisa mengurangi volume sampah di Indonesia

### Daftar Pustaka

- [1] C. Xianbao, Q. Guihua, J. Yu, and Z. Zhaomin, "An improved small object detection method based on Yolo V3," *Pattern Anal. Appl.*, vol. 24, no. 3, pp. 1347–1355, 2021, doi: 10.1007/s10044-021-00989-7.
- [2] M. B. Bejiga, A. Zeggada, A. Nouffidj, and F. Melgani, "A convolutional neural network approach for assisting avalanche search and rescue operations with UAV imagery," *Remote Sens.*, vol. 9, no. 2, 2017, doi: 10.3390/rs9020100.
- [3] Y. Liu, P. Sun, N. M. Wergeles, and Y. Shang, "A survey and performance evaluation of deep learning methods for small object detection," *Expert Syst. Appl.*, 2021, doi: 10.1016/j.eswa.2021.114602.
- [4] Y. Liu, P. Sun, N. Wergeles, and Y. Shang, "A survey and performance evaluation of deep learning methods for small object detection," *Expert Syst. Appl.*, vol. 172, no. April 2020, p. 114602, 2021, doi: 10.1016/j.eswa.2021.114602.
- [5] K. Židek, A. Hosovsky, J. Pitel, and S. Bednár, "Recognition of Assembly Parts by Convolutional Neural Networks," *Lect. Notes Mech. Eng.*, pp. 281–289, 2019, doi: 10.1007/978-3-319-99353-9\_30.
- [6] J. Redmon, S. Divvala, R. Girshick, and A. Farhadi, "You only look once: Unified, real-time object detection," *Proc. IEEE Comput. Soc. Conf. Comput. Vis. Pattern Recognit.*, vol. 2016-Decem, pp. 779–788, 2016, doi: 10.1109/CVPR.2016.91.
- [7] R. Girshick, "Fast R-CNN," *Proc. IEEE Int. Conf. Comput. Vis.*, vol. 2015 Inter, pp. 1440–1448, 2015, doi: 10.1109/ICCV.2015.169.
- [8] C. Cao *et al.*, "An Improved Faster R-CNN for Small Object Detection," *IEEE Access*, 2019, doi: 10.1109/access.2019.2932731.
- [9] J. Noh, W. Bae, W. Lee, J. Seo, and G. Kim, "Better to follow, follow to be better: Towards precise supervision of feature super-resolution for small object detection," *Proc. IEEE Int. Conf. Comput. Vis.*, vol. 2019-Octob, pp. 9724–9733, 2019, doi: 10.1109/ICCV.2019.00982.
- [10] S. M. A. Bashir and Y. Wang, "Small object detection in remote sensing images with residual feature aggregation-based super-resolution and object detector network," *Remote Sens.*, vol. 13, no. 9, 2021, doi: 10.3390/rs13091854.
- [11] Z. Zhu, D. Liang, S. Zhang, X. Huang, B. Li, and S. Hu, "Traffic-Sign Detection and Classification in the Wild," *Proc. IEEE Comput. Soc. Conf. Comput. Vis. Pattern Recognit.*, vol. 2016-Decem, pp. 2110–2118, 2016, doi: 10.1109/CVPR.2016.232.
- [12] Y. Liu *et al.*, "Detecting Cancer Metastases on Gigapixel Pathology Images," pp. 1–13, 2017, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/1703.02442>.
- [13] Y. Liu, F. Yang, and P. Hu, "Small-Object Detection in UAV-Captured Images via Multi-Branch Parallel Feature Pyramid Networks," *IEEE Access*, 2020, doi: 10.1109/access.2020.3014910.
- [14] O. Russakovsky *et al.*, "ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge," *Int. J. Comput. Vis.*, vol. 115, no. 3, pp. 211–252, 2015, doi: 10.1007/s11263-015-0816-y.
- [15] H. Azis, F. Tangguh Admojo, and E. Susanti, "Analisis Perbandingan Performa Metode Klasifikasi pada Dataset Multiclass Citra Busur Panah," *Techno.Com*, vol. 19, no. 3, pp. 286–294, 2020.