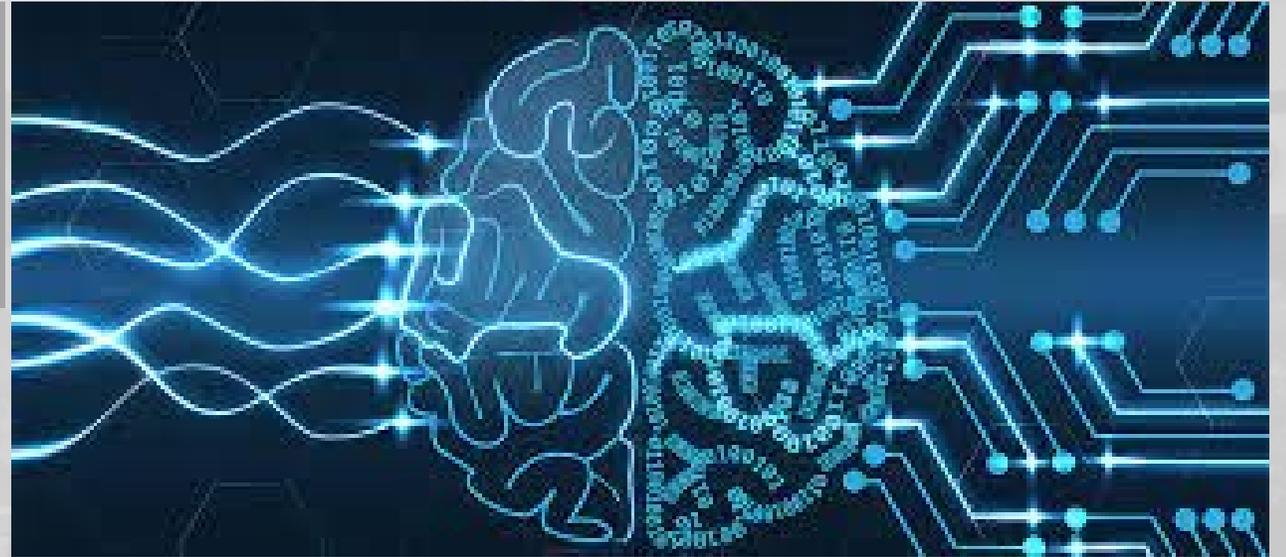


14620323  
**DEEP LEARNING**



Generative Adversarial Networks



Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Teknik Informatika

# PENGAMPU



Dr. Fajar Astuti Hermawati, S.Kom.,M.Kom.



Bagus Hardiansyah, S.Kom.,M.Si



Andrey Kartika Widhy H., S.Kom., M.Kom.



# Capaian Pembelajaran

- Sub-CPMK-4: Mampu **menyelesaikan masalah komputasi kompleks** dengan menerapkan prinsip-prinsip Pemodelan Sekuensial (Sequence Modeling) dalam pembelajaran mendalam [C3, A3]



# Bahan Kajian

- What Are Generative Models
- What Are Generative Adversarial Networks?
- Why Generative Adversarial Networks?



# What Are Generative Models?



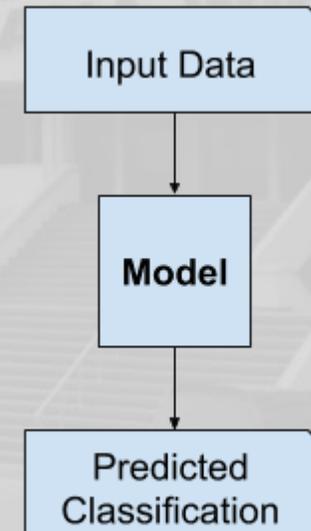
# Discriminative vs. Generative Modeling

- Dalam pembelajaran yang diawasi, kita mungkin tertarik untuk mengembangkan model untuk memprediksi label kelas dengan contoh variabel input.
- Tugas pemodelan prediktif ini disebut klasifikasi.
- Klasifikasi juga secara tradisional disebut sebagai **pemodelan diskriminatif**.



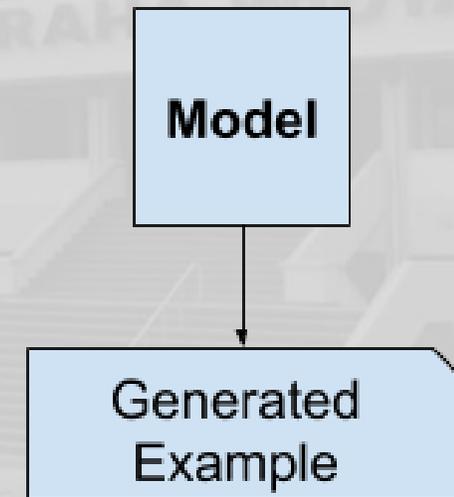
# Discriminative vs. Generative Modeling

- Hal ini karena model harus membedakan contoh variabel masukan lintas kelas; itu harus memilih atau membuat keputusan tentang kelas apa yang dimiliki oleh contoh yang diberikan.



# Discriminative vs. Generative Modeling

- Model tanpa pengawasan yang meringkas distribusi variabel input mungkin dapat digunakan untuk membuat atau menghasilkan contoh baru dalam distribusi input.
- Dengan demikian, jenis model ini disebut sebagai model generatif.



# Discriminative vs. Generative Modeling

- Misalnya, satu variabel mungkin memiliki distribusi data yang diketahui, seperti distribusi Gaussian, atau bentuk lonceng.
- Sebuah model generatif mungkin cukup meringkas distribusi data ini, dan kemudian digunakan untuk menghasilkan variabel baru yang masuk akal masuk ke dalam distribusi variabel input.
- Faktanya, model generatif yang benar-benar bagus mungkin dapat menghasilkan contoh baru yang tidak hanya masuk akal, tetapi juga tidak dapat dibedakan dari contoh nyata dari domain masalah.



# Examples of Generative Models

- Naive bayes adalah contoh model generatif yang lebih sering digunakan sebagai model diskriminatif.
  - Misalnya, Naive Bayes bekerja dengan meringkas distribusi probabilitas dari setiap variabel input dan kelas output.
  - Ketika sebuah prediksi dibuat, probabilitas untuk setiap hasil yang mungkin dihitung untuk setiap variabel, probabilitas independen digabungkan, dan hasil yang paling mungkin diprediksi.
  - Digunakan secara terbalik, distribusi probabilitas untuk setiap variabel dapat diambil sampelnya untuk menghasilkan nilai fitur baru yang masuk akal (independen).



# Examples of Generative Models

- Contoh lain dari model generatif termasuk Latent Dirichlet Allocation atau LDA, dan Gaussian Mixture Model, atau GMM.
- Metode pembelajaran mendalam dapat digunakan sebagai model generatif. Dua contoh populer termasuk Restricted Boltzmann Machine, atau RBM, dan Deep Belief Network, atau DBN.
- Dua contoh modern dari algoritma pemodelan generatif pembelajaran mendalam meliputi Variational Autoencoder, atau VAE, dan Generative Adversarial Network, atau GAN.



# What Are Generative Adversarial Networks?



# Generative Adversarial Networks



- 何之源的知乎: <https://zhuanlan.zhihu.com/p/24767059> DCGAN: <https://github.com/carpedm20/DCGAN-tensorflow>

# Generative Adversarial Networks

- Jaringan Adversarial Generatif (Generative Adversarial Networks), atau GAN, adalah model generatif berbasis pembelajaran mendalam (deep learning).
- Secara lebih umum, GAN adalah arsitektur model untuk melatih model generatif, dan paling umum menggunakan model deep learning dalam arsitektur ini.
- Arsitektur GAN pertama kali dijelaskan dalam makalah tahun 2014 oleh Ian Goodfellow, et al. berjudul "Generative Adversarial Networks."
- Pendekatan standar yang disebut **Deep Convolutional Generative Adversarial Networks**, atau **DCGAN**, yang menghasilkan model yang lebih stabil kemudian diformalkan oleh Alec Radford, dkk. dalam makalah tahun 2015 berjudul "Unsupervised Representation Learning with Deep Convolutional Generative Adversarial Networks".



# Generative Adversarial Networks

- Arsitektur model GAN melibatkan dua sub-model: **model generator** untuk menghasilkan contoh baru dan **model diskriminator** untuk mengklasifikasikan apakah contoh yang dihasilkan adalah nyata, dari domain, atau palsu, yang dihasilkan oleh model generator.
  - Generator. Model yang digunakan untuk menghasilkan contoh baru yang masuk akal dari domain masalah.
  - Diskriminator. Model yang digunakan untuk mengklasifikasikan contoh sebagai nyata (dari domain) atau palsu (dihasilkan).

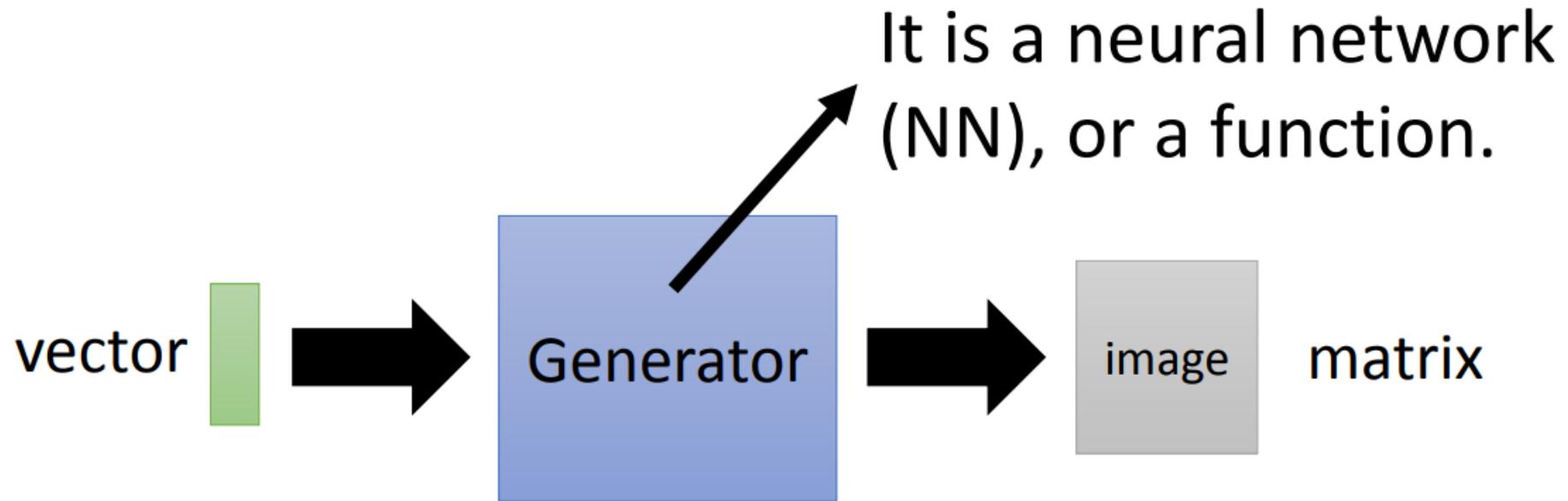


# Generator Model

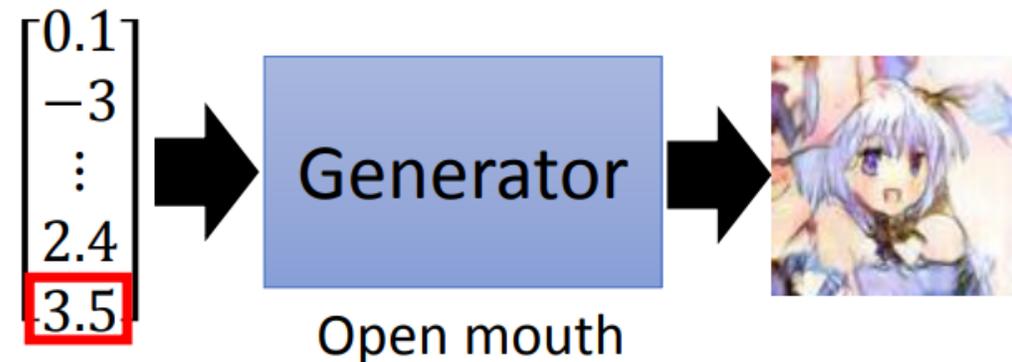
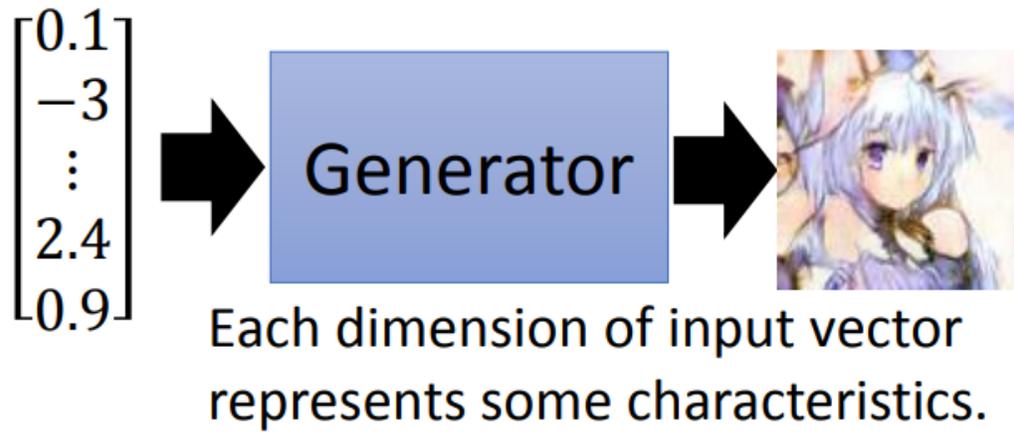
- Model generator mengambil vektor acak dengan panjang tetap sebagai input dan menghasilkan sampel dalam domain.
  - Vektor diambil secara acak dari distribusi Gaussian, dan vektor digunakan untuk menyemai proses generatif.
  - Setelah pelatihan, titik-titik dalam ruang vektor multidimensi ini akan sesuai dengan titik-titik dalam domain masalah, membentuk representasi terkompresi dari distribusi data.
- Ruang vektor ini disebut sebagai **ruang laten**, atau ruang vektor yang terdiri dari **variabel-variabel laten**.
  - **Variabel laten**, atau variabel tersembunyi, adalah variabel yang penting untuk domain tetapi tidak dapat diamati secara langsung.



# Generator Model



# Generator Model



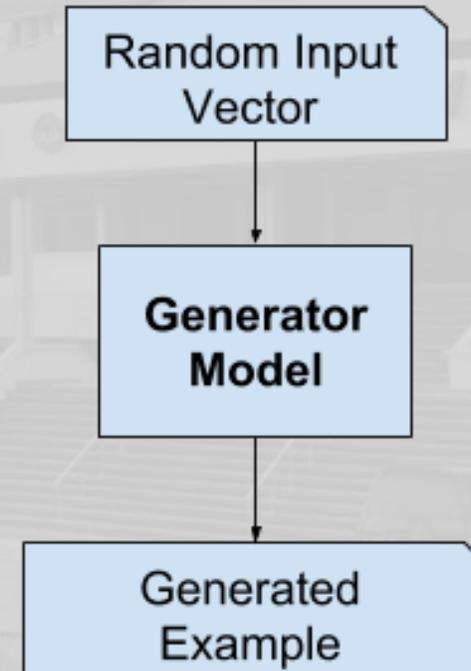
# Generator Model

- Kita sering menyebut **variabel laten, atau ruang laten**, sebagai **proyeksi atau kompresi distribusi data**.
  - Artinya, **ruang laten menyediakan kompresi atau konsep tingkat tinggi dari data mentah yang diamati seperti distribusi data masukan**.
- Dalam kasus GAN, model generator menerapkan makna pada titik-titik dalam ruang laten yang dipilih, sehingga titik-titik baru yang diambil dari ruang laten dapat diberikan ke model generator sebagai input dan digunakan untuk menghasilkan contoh output yang baru dan berbeda.



# Generator Model

- Setelah pelatihan, model generator disimpan dan digunakan untuk menghasilkan sampel baru.

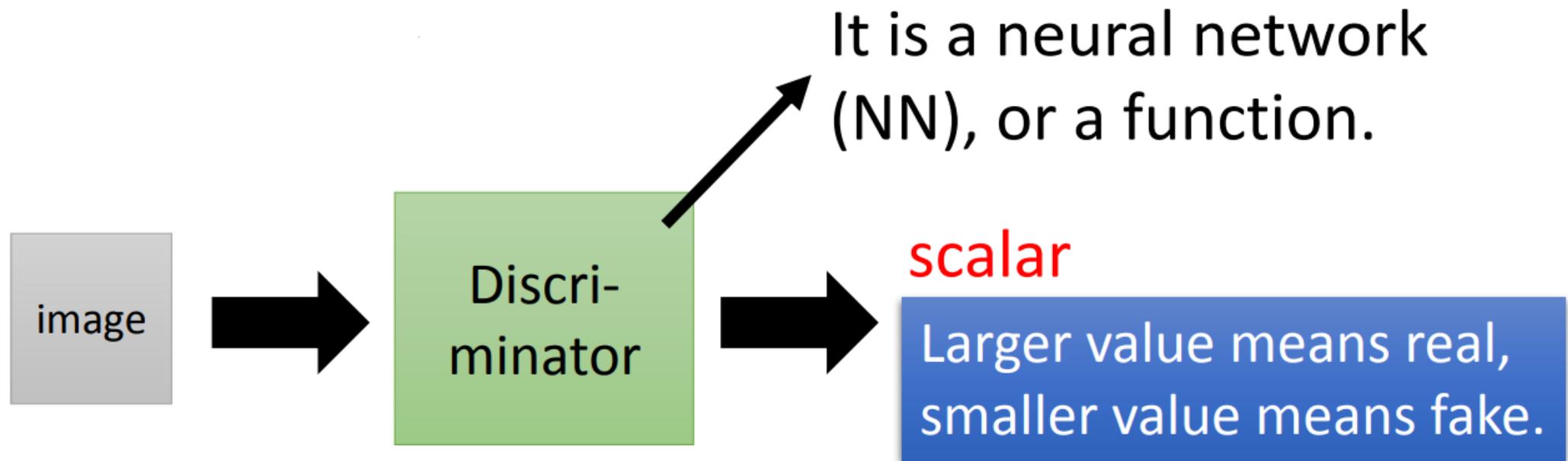


# Discriminator Model

- Model diskriminator mengambil contoh dari domain sebagai input (nyata atau dihasilkan) dan memprediksi label kelas biner nyata atau palsu (dihasilkan).
- Contoh nyata berasal dari dataset pelatihan. Contoh yang dihasilkan adalah keluaran dari model generator.
- Diskriminator adalah model klasifikasi normal (dan dipahami dengan baik).



# Discriminator Model



# Discriminator Model



Discriminator



1.0



Discriminator



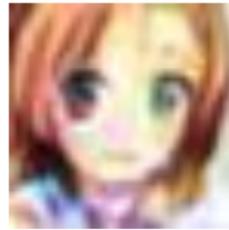
1.0



Discriminator



0.1



Discriminator

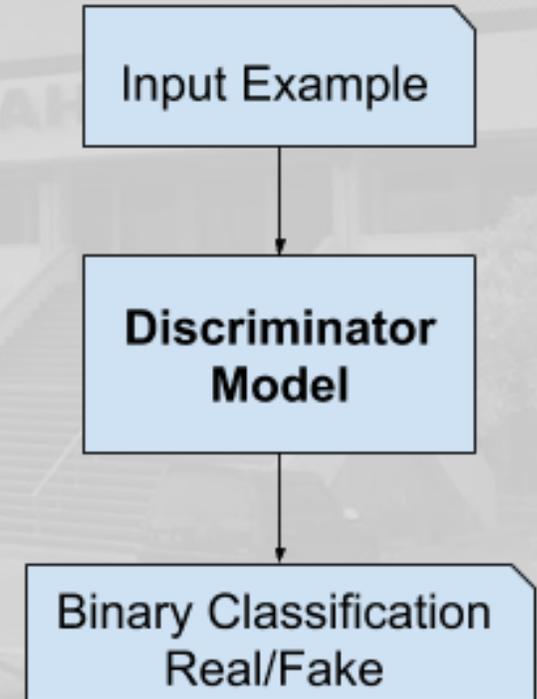


?



# Discriminator Model

- Setelah proses pelatihan, model diskriminator dibuang karena kami tertarik dengan generasinya.
- Kadang-kadang, generator dapat digunakan kembali karena telah belajar mengekstraksi fitur secara efektif dari contoh dalam domain masalah. Beberapa atau semua lapisan ekstraksi fitur dapat digunakan dalam aplikasi pembelajaran transfer menggunakan input data yang sama atau serupa.



# GANs as a Two Player Game

- Pemodelan generatif adalah **masalah pembelajaran yang tidak diawasi**, seperti yang telah kita bahas di bagian sebelumnya, meskipun properti pintar dari arsitektur GAN adalah bahwa pelatihan model generatif dibingkai sebagai masalah pembelajaran yang diawasi.
- Kedua model, generator dan diskriminator, dilatih bersama.
  - Generator menghasilkan kumpulan sampel, dan ini, bersama dengan contoh nyata dari domain, diberikan kepada pembeda dan diklasifikasikan sebagai asli atau palsu.
  - Diskriminator kemudian diperbarui untuk menjadi lebih baik dalam membedakan sampel asli dan palsu di babak berikutnya, dan yang terpenting, generator diperbarui berdasarkan seberapa baik, atau tidak, sampel yang dihasilkan membodohi diskriminator.



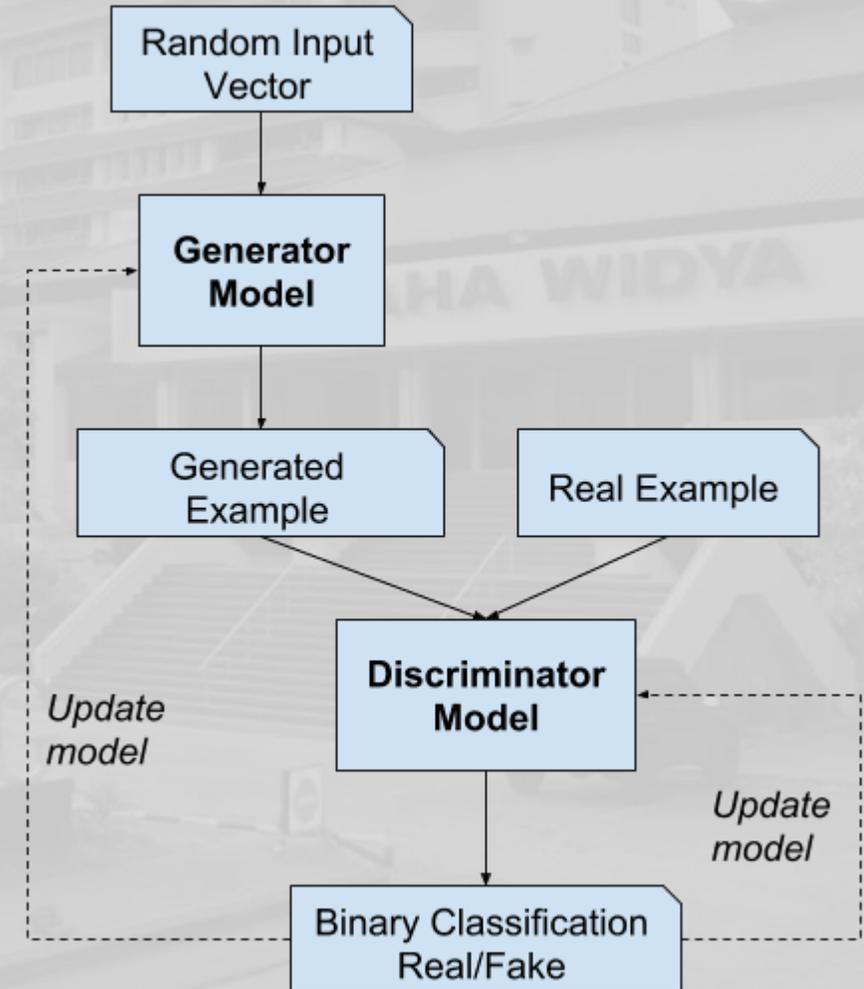
# GANs as a Two Player Game

- Dengan cara ini, **kedua model bersaing satu sama lain**, mereka bermusuhan dalam pengertian teori permainan, dan **memainkan permainan zero-sum**.
  - Dalam hal ini, zero-sum berarti bahwa ketika **diskriminator berhasil mengidentifikasi sampel asli dan palsu**, itu **dihargai atau tidak diperlukan perubahan pada parameter model**, sedangkan **generator dihukum dengan pembaruan besar pada parameter model**.
  - Bergantian, ketika **generator membodohi diskriminator**, itu dihargai, atau **tidak diperlukan perubahan pada parameter model**, tetapi **diskriminator dihukum dan parameter modelnya diperbarui**.



# GANs as a Two Player Game

- Pada batas tertentu, generator menghasilkan replika sempurna dari domain input setiap saat, dan diskriminator tidak dapat membedakannya dan memprediksi "tidak pasti" (mis. 50% untuk asli dan palsu) di setiap kasus.
- Ini hanyalah sebuah contoh kasus yang diidealkan; kita tidak perlu sampai ke titik ini untuk sampai pada model generator yang berguna.



# GANs as a Two Player Game

Generator  
(student)

Discriminator  
(teacher)



# GANs and Convolutional Neural Networks

- GAN biasanya bekerja dengan **data gambar** dan menggunakan **Convolutional Neural Networks, atau CNN, sebagai model generator dan diskriminator.**
- Alasan untuk ini mungkin karena deskripsi pertama dari teknik ini di bidang visi komputer dan menggunakan CNN dan data gambar, dan karena kemajuan luar biasa yang telah terlihat dalam beberapa tahun terakhir menggunakan CNN secara lebih umum untuk mencapai **state-of-the-art pada rangkaian tugas visi komputer seperti deteksi objek dan pengenalan wajah.**



# GANs and Convolutional Neural Networks

- **Pemodelan data gambar** berarti ruang laten, input ke generator, memberikan representasi terkompresi dari kumpulan gambar atau foto yang digunakan untuk melatih model.
  - Ini juga berarti bahwa **generator menghasilkan gambar atau foto baru**, memberikan keluaran yang dapat dilihat dan dinilai dengan mudah oleh pengembang atau pengguna model.
- Mungkin fakta ini di atas yang lain, kemampuan untuk menilai kualitas output yang dihasilkan secara visual, yang mengarah ke fokus aplikasi visi komputer dengan CNN dan lompatan besar dalam kemampuan GAN dibandingkan dengan model generatif lainnya, berbasis pembelajaran mendalam atau sebaliknya.



# Conditional GANs

- Ekstensi penting untuk GAN digunakan untuk **menghasilkan output secara kondisional**.
- Model generatif dapat dilatih untuk menghasilkan contoh baru dari domain input, di mana input, vektor acak dari ruang laten, **disediakan (dikondisikan oleh) beberapa input tambahan**.
- **Input tambahan bisa berupa nilai kelas**, seperti laki-laki atau perempuan dalam pembuatan foto orang, atau digit, dalam kasus pembuatan gambar digit tulisan tangan.



# Conditional GANs

- **Diskriminator juga dikondisikan**, artinya disediakan baik dengan input gambar yang asli atau palsu dan input tambahan.
- Dalam kasus **input bersyarat tipe label klasifikasi**, **diskriminator kemudian akan berharap bahwa inputnya adalah kelas itu**, pada gilirannya mengajarkan generator untuk menghasilkan contoh kelas itu untuk menipu diskriminator.
- Dengan cara ini, GAN bersyarat dapat digunakan untuk menghasilkan contoh dari domain jenis tertentu.



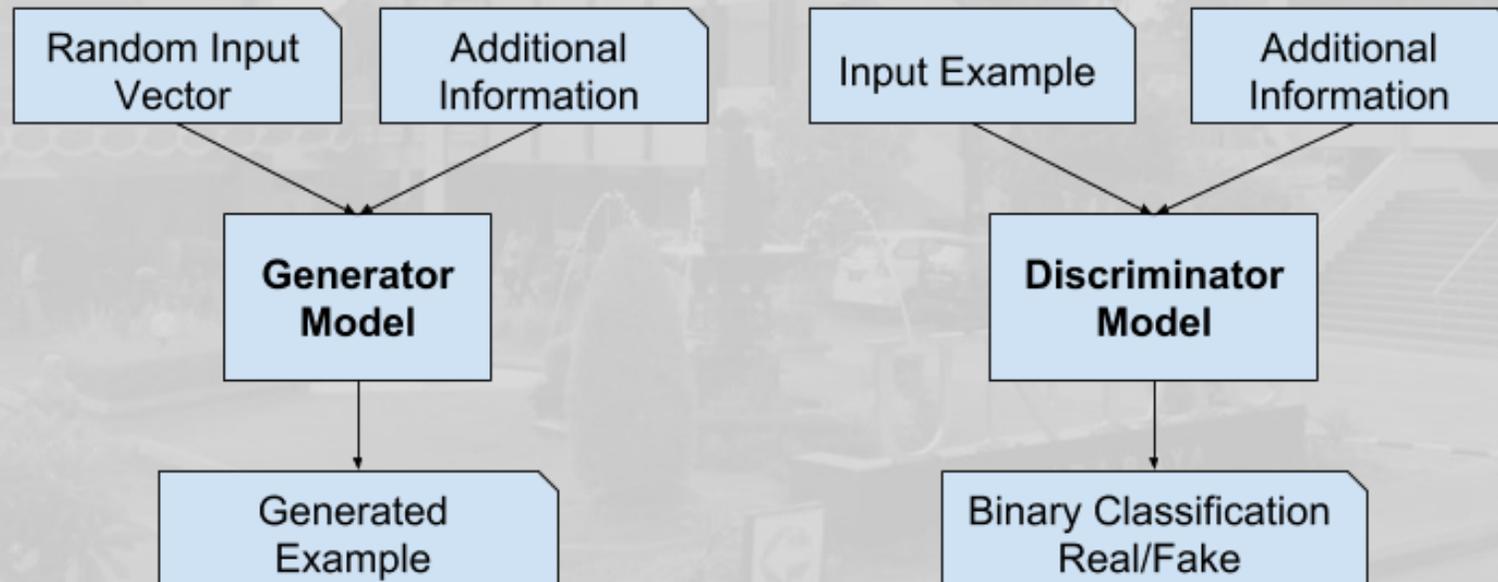
# Conditional GANs

- Selangkah lebih maju, model GAN dapat dikondisikan pada contoh dari domain, seperti gambar. Ini memungkinkan aplikasi GAN seperti terjemahan teks ke gambar, atau terjemahan gambar ke gambar.
- Hal ini memungkinkan beberapa aplikasi GAN yang lebih mengesankan, seperti transfer gaya, pewarnaan foto, mengubah foto dari musim panas ke musim dingin atau siang ke malam, dan seterusnya.
- Dalam kasus GAN bersyarat untuk terjemahan gambar-ke-gambar, seperti mentransformasikan siang ke malam, pembeda diberikan contoh foto malam hari nyata dan dihasilkan serta (dikondisikan pada) foto siang hari nyata sebagai masukan. Generator dilengkapi dengan vektor acak dari ruang laten serta (dikondisikan pada) foto siang hari sebagai masukan.



# Conditional GANs

- Contoh Arsitektur Model Jaringan Adversarial Generatif Bersyarat



# Why Generative Adversarial Networks?



# Aplikasi GAN

- Salah satu dari banyak kemajuan besar dalam penggunaan metode pembelajaran mendalam dalam domain seperti visi komputer adalah **teknik yang disebut augmentasi data**.
- Augmentasi data menghasilkan model yang berkinerja lebih baik, baik meningkatkan keterampilan model maupun memberikan efek pengaturan, mengurangi kesalahan generalisasi.
  - Ini bekerja dengan membuat contoh baru, artifisial tetapi masuk akal dari domain masalah input tempat model dilatih.



# Aplikasi GAN

- Teknik augmentasi primitif dalam kasus data gambar, yang melibatkan **crop, flips, zoom, dan transformasi sederhana lainnya** dari gambar yang ada dalam dataset pelatihan.
- Pemodelan generatif yang berhasil memberikan pendekatan alternatif dan **berpotensi lebih spesifik domain untuk augmentasi data**.
- Faktanya, **augmentasi data adalah versi sederhana dari pemodelan generatif**, meskipun jarang dijelaskan dengan cara ini.



# Aplikasi GAN

- Dalam **domain kompleks** atau **domain dengan jumlah data terbatas**, pemodelan generatif menyediakan jalur menuju lebih banyak pelatihan untuk pemodelan.
  - GAN telah melihat banyak keberhasilan dalam kasus penggunaan ini di domain seperti pembelajaran penguatan mendalam (deep reinforcement learning).
- Ada banyak alasan penelitian mengapa GAN menarik, penting, dan memerlukan studi lebih lanjut.
  - Ian Goodfellow menguraikan beberapa di antaranya dalam keynote konferensi 2016 dan laporan teknis terkait berjudul "NIPS 2016 Tutorial: Generative Adversarial Networks."



# Aplikasi GAN

- Di antara alasan ini, dia menyoroti kemampuan GAN yang berhasil untuk **memodelkan data dimensi tinggi, menangani data yang hilang**, dan kapasitas GAN untuk menyediakan keluaran multi-modal atau beberapa jawaban yang masuk akal.
- Mungkin penerapan GAN yang paling menarik adalah dalam GAN bersyarat untuk tugas-tugas yang memerlukan pembuatan contoh baru. Di sini, Goodfellow menunjukkan tiga contoh utama:
  - Resolusi Super Gambar (Image Super-Resolution). Kemampuan untuk menghasilkan versi resolusi tinggi dari gambar masukan.
  - Menciptakan Seni (Creating Art). Kemampuan untuk gambar baru dan artistik, sketsa, lukisan, dan banyak lagi.
  - Terjemahan Gambar-ke-Gambar (Image-to-Image Translation). Kemampuan untuk menerjemahkan foto lintas domain, seperti siang ke malam, musim panas ke musim dingin, dan lainnya.



# Aplikasi GAN

- Mungkin alasan paling kuat mengapa GAN dipelajari, dikembangkan, dan digunakan secara luas adalah karena keberhasilannya.
- GAN telah mampu menghasilkan foto yang sangat realistis sehingga manusia tidak dapat mengetahui bahwa itu adalah objek, pemandangan, dan orang yang tidak ada dalam kehidupan nyata.



# Aplikasi GAN

- Contoh Progres Kemampuan GAN Dari 2014 hingga 2017. Diambil dari The Malicious Use of Artificial Intelligence: Forecasting, Prevention, and Mitigation, 2018.



# References

- Goodfellow, I; Bengio, Y.; Courville, A (2016). Deep Learning. MIT Press pp: 224 – 270
- <https://machinelearningmastery.com/what-are-generative-adversarial-networks-gans/>

