

DOKUMENTASI

FEDERATED LEARNING LINTAS INSTITUSI

Proyek Federated Learning (FL) ini dirancang untuk mensimulasikan proses kolaborasi pelatihan model kecerdasan buatan antar beberapa lembaga pemerintah tanpa harus saling berbagi data mentah. Dalam konteks ini, tiga institusi yaitu Dinas Sosial (DINSOS), Dukcapil (Direktorat Kependudukan dan Catatan Sipil), serta Kementerian Kesehatan (KEMENKES) akan dilibatkan sebagai klien (client) yang masing-masing memiliki dataset lokal dengan karakteristik yang berbeda – beda.

Pendekatan Federated Learning dipilih karena mampu menjaga privasi dan keamanan data. Setiap lembaga melatih model pembelajaran mesin secara lokal pada data mereka sendiri, kemudian hanya mengirimkan bobot model (model weights) ke server pusat untuk digabungkan (federated averaging / FedAvg) menjadi model global.

Melalui pendekatan ini, diharapkan sistem Federated Learning yang dibangun dapat menjadi contoh penerapan kolaborasi lintas instansi yang tetap menjaga privasi, keamanan, dan efisiensi pertukaran pengetahuan data.

ALUR FEDERATED LEARNING

1. Feature Cols

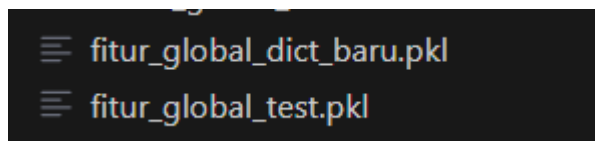
Tahap awal dalam proses Federated Learning adalah memastikan bahwa setiap instansi menggunakan struktur fitur (*feature columns*) yang sama. Hal ini penting agar model dari masing-masing lembaga dapat digabungkan secara konsisten pada saat proses agregasi.

Pada tahap ini dilakukan penyamaan struktur data dari ketiga instansi, yaitu DINSOS, DUKCAPIL, dan KEMENKES. Seluruh kolom yang digunakan dalam pelatihan model digabungkan menjadi satu daftar fitur agar format input di setiap instansi sama.

Langkah ini memastikan :

- Model dari DINSOS, DUKCAPIL, dan KEMENKES memiliki arsitektur input identik.
- Tidak ada kolom fitur yang hilang atau tertukar antar-instansi.
- Proses agregasi model di server dapat berjalan tanpa error perbedaan bentuk layer.

Dengan adanya *feature_cols* global ini, seluruh model lokal berada pada struktur yang sama dan siap memasuki tahap pelatihan masing-masing.



```
fitur_global_dict_baru.pkl
fitur_global_test.pkl
```

Dalam proses implementasi:

- **List** digunakan pada tahap training dan testing model, karena data pelatihan diubah ke dalam urutan kolom yang konsisten (*feature_cols*) agar sesuai dengan input layer model.
- **Dictionary (dict)** digunakan saat prediksi di Flask, ketika pengguna mengirimkan data dalam format JSON. Data tersebut dibaca sebagai pasangan *key-value* dan kemudian diubah ke dalam urutan list sesuai struktur *feature_cols* sebelum diproses oleh model.

2. Melakukan Proses Pelatihan Model Lokal Dan Mengupload Model ke Server

Melakukan pelatihan model secara terpisah di masing-masing instansi: DINSOS, DUKCAPIL, dan KEMENKES. Setiap instansi melatih modelnya menggunakan data internal tanpa perlu membagikan data tersebut keluar. Proses pelatihan menghasilkan file berisi bobot model lokal yang nantinya akan dikirim ke server untuk digabungkan.

Seluruh model lokal menggunakan arsitektur Neural Network yang sama agar bobotnya dapat digabungkan secara konsisten pada tahap agregasi. Hasil akhirnya adalah tiga file bobot model lokal yang siap dikirim ke server pusat untuk proses Federated Averaging (FedAvg).

1. Dinsos

Pelatihan dilakukan selama 10 *round*, dengan peningkatan akurasi dan penurunan nilai loss di setiap iterasi. akurasi meningkat dari 0.9063 pada ronde pertama menjadi 0.9359 pada ronde ke-10, sedangkan *loss* menurun dari 0.3023 menjadi 0.2606.

```
Skipping registering GPU devices...
[DINSOS] Round 01 | acc=0.9063 | loss=0.3023
[DINSOS] Round 02 | acc=0.9125 | loss=0.2957
[DINSOS] Round 03 | acc=0.9165 | loss=0.2887
[DINSOS] Round 04 | acc=0.9205 | loss=0.2816
[DINSOS] Round 05 | acc=0.9236 | loss=0.2771
[DINSOS] Round 06 | acc=0.9276 | loss=0.2714
[DINSOS] Round 07 | acc=0.9291 | loss=0.2686
[DINSOS] Round 08 | acc=0.9320 | loss=0.2648
[DINSOS] Round 09 | acc=0.9347 | loss=0.2625
[DINSOS] Round 10 | acc=0.9359 | loss=0.2606
2025-10-29 12:14:22.514401: I tensorflow/compiler/xla
```

Gambar 1 Proses Pelatihan Dinsos

Setelah pelatihan selesai, model dievaluasi dengan hasil akurasi mencapai 0.95 terhadap data training. File hasil pelatihan berisi bobot model lokal DINSOS yang siap dikirim ke server untuk proses agregasi.

```
📊 Akurasi terhadap data training: 0.9500

===== INFO BOBOT =====
Total parameter: 5953
Layer: dense, Params: [(53, 64), (64,)]
Layer: batch_normalization, Params: [(64,), (64,), (64,), (64,)]
Layer: dense_1, Params: [(64, 32), (32,)]
Layer: batch_normalization_1, Params: [(32,), (32,), (32,), (32,)]
Layer: dense_2, Params: [(32, 1), (1,)]
✅ Model DINSOS tersimpan di: Models/saved_dinsos.tff
(venv) ezranahumury@DESKTOP-8003BIM: /mnt/c/KP/MATERI/client_dinsos$
```

Gambar 2 Evaluasi dan Penyimpanan Lokal Dinsos

Proses Pengiriman bobot model lokal ke server pusat. Bobot model dikonversi dan dikirim ke endpoint server /upload-model kemudian Server merespons dengan status **success** yang menunjukkan bahwa file telah diterima.

```
(venv) ezranahumury@DESKTOP-80038IM:/mnt/c/KP/MATERI/client_dinsos$ python upload_model.py
2025-10-29 11:43:38.550089: I tensorflow/tsl/cuda/cudart_stub.cc:28] Could not find cuda drivers on your machine, GPU
2025-10-29 11:43:39.442105: E tensorflow/compiler/xla/stream_executor/cuda/cuda_dnn.cc:9342] Unable to register cuDNN
r plugin cuDNN when one has already been registered
2025-10-29 11:43:39.443726: E tensorflow/compiler/xla/stream_executor/cuda/cuda_fft.cc:609] Unable to register cuFFT
plugin cuFFT when one has already been registered
2025-10-29 11:43:39.449280: E tensorflow/compiler/xla/stream_executor/cuda/cuda_blas.cc:1518] Unable to register cuBLAS
for plugin cuBLAS when one has already been registered
2025-10-29 11:43:45.871108: I tensorflow/tsl/cuda/cudart_stub.cc:28] Could not find cuda drivers on your machine, GPU
2025-10-29 11:43:45.875898: I tensorflow/core/platform/cpu_feature_guard.cc:182] This TensorFlow binary is optimized
mance-critical operations.
To enable the following instructions: AVX2 FMA, in other operations, rebuild TensorFlow with the appropriate compile
2025-10-29 11:43:56.362201: W tensorflow/compiler/tf2tensorrt/utils/py_utils.cc:38] TF-TRT Warning: Could not find T
2025-10-29 11:44:36.555529: I tensorflow/compiler/xla/stream_executor/cuda/cuda_gpu_executor.cc:880] could not open
/0000:01:00:0/numa_node
Your kernel may have been built without NUMA support.
2025-10-29 11:44:36.558206: W tensorflow/core/common_runtime/gpu/gpu_device.cc:2211] Cannot dlopen some GPU libraries
ntioned above are installed properly if you would like to use GPU. Follow the guide at https://www.tensorflow.org/in
required libraries for your platform.
Skipping registering GPU devices...
WARNING:tensorflow:No training configuration found in save file, so the model was *not* compiled. Compile it manually.
✅ Model lokal berhasil dimuat dari: models/saved_dinsos_tff
🔧 Menyiapkan bobot model dinsos untuk dikirim...
📤 Mengirim model dinsos ke server...
📄 Response server: {"client":"dinsos","status":"success"}

(venv) ezranahumury@DESKTOP-80038IM:/mnt/c/KP/MATERI/client_dinsos$
```

Gambar 3 Pengiriman Model Dinsos Ke Server

Log server Railway yang menampilkan permintaan POST ke endpoint /upload-model dengan kode status 200 (OK).

Oct 29 2025 11:44:38	POST	/upload-model	200	909ms
----------------------	------	---------------	-----	-------

Gambar 4 Railway Logs Dinsos

Hasilnya juga dapat dilihat melalui endpoint /logs, di mana file dinsos_weights.npz telah tersimpan di server. Ini menandakan bahwa model lokal dari DINSOS sudah berhasil diunggah dan siap untuk tahap agregasi Federated Averaging (FedAvg) bersama model dari instansi lain.

```
< https://federatedserver-production.up.railway.app/logs
Pretty-print
{
  "files": [
    "dinsos_weights.npz"
  ],
  "message": "📁 File di server:"
}
```

Gambar 5 Model Dinsos Telah Tersimpan Di Server

2. DUKCAPIL

Pelatihan model di instansi DUKCAPIL menggunakan data kependudukan seperti validitas NIK, domisili, kepemilikan KK, dan status data ganda. akurasi model meningkat secara konsisten dari 0.8947 pada ronde pertama hingga mencapai 0.9271 di ronde ke-10. Nilai *loss* juga menurun dari 0.3169 menjadi 0.2686

```
Shipping Registering and device...  
[DUKCAPIL] Round 01 | acc=0.8947 | loss=0.3169  
[DUKCAPIL] Round 02 | acc=0.9000 | loss=0.3101  
[DUKCAPIL] Round 03 | acc=0.9039 | loss=0.3021  
[DUKCAPIL] Round 04 | acc=0.9085 | loss=0.2967  
[DUKCAPIL] Round 05 | acc=0.9121 | loss=0.2922  
[DUKCAPIL] Round 06 | acc=0.9161 | loss=0.2846  
[DUKCAPIL] Round 07 | acc=0.9198 | loss=0.2799  
[DUKCAPIL] Round 08 | acc=0.9221 | loss=0.2765  
[DUKCAPIL] Round 09 | acc=0.9240 | loss=0.2727  
[DUKCAPIL] Round 10 | acc=0.9271 | loss=0.2686  
2025-10-29 12:19:54.970547: I tensorflow/compiler/xla/
```

Gambar 6 Proses Pelatihan Dukcapil

Setelah pelatihan selesai, model diuji terhadap data pelatihan dengan akurasi 0.87. Informasi struktur jaringan saraf (dense dan batch normalization) serta total parameter yang digunakan ditampilkan di konsol serta menghasilkan model yang berisi bobot hasil pelatihan lokal yang akan dikirimkan ke server.

```
🚦 Akurasi terhadap data training: 0.8700  
  
===== INFO BOBOT =====  
Total parameter: 5953  
Layer: dense, Params: [(53, 64), (64,)]  
Layer: batch_normalization, Params: [(64,), (64,), (64,), (64,)]  
Layer: dense_1, Params: [(64, 32), (32,)]  
Layer: batch_normalization_1, Params: [(32,), (32,), (32,), (32,)]  
Layer: dense_2, Params: [(32, 1), (1,)]  
✅ Model DUKCAPIL tersimpan di: Models/saved_dukcapil.tff  
(venv) ezranahumury@DESKTOP-8003BIM: /mnt/c/KP/MATERI/client_dukcapil$
```

Gambar 7 Evaluasi dan Penyimpanan Lokal Dukcapil

Mengirimkan model DUKCAPIL ke server pusat. Dari log terlihat proses berhasil dengan status “success”, menandakan bahwa file bobot model telah dikirim dan diterima oleh server.

```
(venv) ezranahumury@DESKTOP-8003BIM:/mnt/c/KP/MATERI/client_dukcapil$ python upload_model.py
2025-10-29 12:21:20.979251: I tensorflow/tsl/cuda/cudart_stub.cc:28] Could not find cuda drivers on
2025-10-29 12:21:21.798543: E tensorflow/compiler/xla/stream_executor/cuda/cuda_dnn.cc:9342] Unable
r plugin cuDNN when one has already been registered
2025-10-29 12:21:21.799906: E tensorflow/compiler/xla/stream_executor/cuda/cuda_fft.cc:609] Unable
plugin cuFFT when one has already been registered
2025-10-29 12:21:21.803833: E tensorflow/compiler/xla/stream_executor/cuda/cuda_blas.cc:1518] Unabl
for plugin cuBLAS when one has already been registered
2025-10-29 12:21:22.311784: I tensorflow/tsl/cuda/cudart_stub.cc:28] Could not find cuda drivers on
2025-10-29 12:21:22.315990: I tensorflow/core/platform/cpu_feature_guard.cc:182] This TensorFlow bi
mance-critical operations.
To enable the following instructions: AVX2 FMA, in other operations, rebuild TensorFlow with the ap
2025-10-29 12:21:33.596895: W tensorflow/compiler/tf2tensorrt/utils/py_utils.cc:38] TF-TRT Warning:
2025-10-29 12:22:03.328168: I tensorflow/compiler/xla/stream_executor/cuda/cuda_gpu_executor.cc:880
/0000:01:00:0/numa_node
Your kernel may have been built without NUMA support.
2025-10-29 12:22:03.331007: W tensorflow/core/common runtime/gpu/gpu_device.cc:2211] Cannot dlopen
ntioned above are installed properly if you would like to use GPU. Follow the guide at https://www.
required libraries for your platform.
Skipping registering GPU devices...
WARNING:tensorflow:No training configuration found in save file, so the model was *not* compiled. C
✔ Model lokal berhasil dimuat dari: models/saved_dukcapil_tff
🔧 Menyiapkan bobot model dukcapil untuk dikirim...
📤 Mengirim model dukcapil ke server...
📄 Response server: {"client": "dukcapil", "status": "success"}
(venv) ezranahumury@DESKTOP-8003BIM:/mnt/c/KP/MATERI/client_dukcapil$
```

Gambar 8 Pengiriman Model Dukcapil Ke Server

Server mencatat permintaan POST ke endpoint /upload-model dengan kode status 200 (OK).

Oct 29 2025 12:18:23	GET	/logs	200	473ms
Oct 29 2025 12:22:04	POST	/upload-model	200	909ms

Gambar 9 Railway Logs Dukcapil

Tampilan log di server Railway menunjukkan bahwa file dukcapil_weights.npz sudah tersimpan di direktori server bersama file dari DINSOS (dinsos_weights.npz). Dua model lokal (DINSOS dan DUKCAPIL) telah berhasil dikumpulkan dan siap untuk tahap berikutnya.

```
← ↻ 🔒 https://federatedserver-production.up.railway.app/logs
Pretty-print ☒
{
  "files": [
    "dinsos_weights.npz",
    "dukcapil_weights.npz"
  ],
  "message": "📁 File di server:"
}
```

Gambar 10 Model Dukcapil Telah Tersimpan Di Server

3. KEMENKES

Model dilatih menggunakan data kesehatan masyarakat, seperti kepemilikan asuransi, penyakit kronis, dan status pekerjaan. Hasil log menunjukkan peningkatan akurasi yang signifikan dari 0.7513 pada ronde pertama menjadi 0.9486 pada ronde ke-10, sementara *loss* menurun dari 0.5454 menjadi 0.2367.

```
Skipping registering GPU devices...
[KEMENKES] Round 01 | acc=0.7513 | loss=0.5454
[KEMENKES] Round 02 | acc=0.9039 | loss=0.3065
[KEMENKES] Round 03 | acc=0.9377 | loss=0.2580
[KEMENKES] Round 04 | acc=0.9450 | loss=0.2473
[KEMENKES] Round 05 | acc=0.9475 | loss=0.2487
[KEMENKES] Round 06 | acc=0.9480 | loss=0.2487
[KEMENKES] Round 07 | acc=0.9485 | loss=0.2466
[KEMENKES] Round 08 | acc=0.9486 | loss=0.2417
[KEMENKES] Round 09 | acc=0.9483 | loss=0.2376
[KEMENKES] Round 10 | acc=0.9486 | loss=0.2367
2025-10-29 12:43:51.558549: I tensorflow/compiler/xl
```

Gambar 11 Proses Pelatihan Kemenkes

Setelah pelatihan, model diuji dengan akurasi 0.95 terhadap data pelatihan. Struktur model yang digunakan terdiri atas layer dense dan batch normalization dengan total parameter sebanyak 5.953. serta model hasil pelatihan disimpan secara local dan akan dikirim ke server pusat untuk digabungkan dengan model dari DINSOS dan DUKCAPIL.

```
🌐 Akurasi terhadap data training: 0.9500

===== INFO BOBOT =====
Total parameter: 5953
Layer: dense, Params: [(53, 64), (64,)]
Layer: batch_normalization, Params: [(64,), (64,), (64,), (64,)]
Layer: dense_1, Params: [(64, 32), (32,)]
Layer: batch_normalization_1, Params: [(32,), (32,), (32,), (32,)]
Layer: dense_2, Params: [(32, 1), (1,)]
✅ Model KEMENKES tersimpan di: Models/saved_kemenkes_tff
(venv) ezranahumury@DESKTOP-8003BIM:/mnt/c/KP/MATERI/client_kemenkes$
```

Gambar 12 Evaluasi dan Penyimpanan Lokal Dukcapil

Mengunggah bobot model lokal ke server, Dari log terlihat proses Bobot model dikirim ke endpoint /upload-model dan Server merespons dengan status **success**, menandakan file berhasil diterima.

```
(venv) ezranahumury@DESKTOP-800381M:/mnt/c/KP/MATERI/client_kemenkes$ python upload_model.py
2025-10-29 12:45:35.699478: I tensorflow/tsl/cuda/cudart_stub.cc:28] Could not find cuda drivers on your machine, GPU will
2025-10-29 12:45:36.555775: E tensorflow/compiler/xla/stream_executor/cuda/cuda_dnn.cc:9342] Unable to register cuDNN fa
r plugin cuDNN when one has already been registered
2025-10-29 12:45:36.557351: E tensorflow/compiler/xla/stream_executor/cuda/cuda_fft.cc:609] Unable to register cuFFT fac
plugin cuFFT when one has already been registered
2025-10-29 12:45:36.561032: E tensorflow/compiler/xla/stream_executor/cuda/cuda_blas.cc:1518] Unable to register cuBLAS
for plugin cuBLAS when one has already been registered
2025-10-29 12:45:37.121554: I tensorflow/tsl/cuda/cudart_stub.cc:28] Could not find cuda drivers on your machine, GPU wi
2025-10-29 12:45:37.124577: I tensorflow/core/platform/cpu_feature_guard.cc:182] This TensorFlow binary is optimized to
mance-critical operations.
To enable the following instructions: AVX2 FMA, in other operations, rebuild TensorFlow with the appropriate compiler fl
2025-10-29 12:45:49.398211: W tensorflow/compiler/tf2tensorrt/utils/py_utils.cc:38] TF-TRT Warning: Could not find Tensor
2025-10-29 12:46:19.644251: I tensorflow/compiler/xla/stream_executor/cuda/cuda_gpu_executor.cc:880] could not open file
/0000:01:00:00/numa_node
Your kernel may have been built without NUMA support.
2025-10-29 12:46:19.646085: W tensorflow/core/common runtime/gpu/gpu_device.cc:2211] Cannot dlopen some GPU libraries. P
ntioned above are installed properly if you would like to use GPU. Follow the guide at https://www.tensorflow.org/install
required libraries for your platform.
Skipping registering GPU devices...
WARNING:tensorflow:No training configuration found in save file, so the model was *not* compiled. Compile it manually.
✓ Model lokal berhasil dimuat dari: models/saved_kemenkes.tff
🔴 Menyiapkan bobot model kemenkes untuk dikirim...
🔴 Mengirim model kemenkes ke server...
🔴 Response server: {"client": "kemenkes", "status": "success"}

(venv) ezranahumury@DESKTOP-800381M:/mnt/c/KP/MATERI/client_kemenkes$
```

Gambar 13 Pengiriman Model Kemenkes Ke Server

Log server Railway memperlihatkan permintaan POST ke endpoint /upload-model dengan status 200 (OK).

Oct 29 2025 12:46:20	POST	/upload-model	200	757ms
----------------------	------	---------------	-----	-------

Gambar 14 Railway Logs Kemenkes

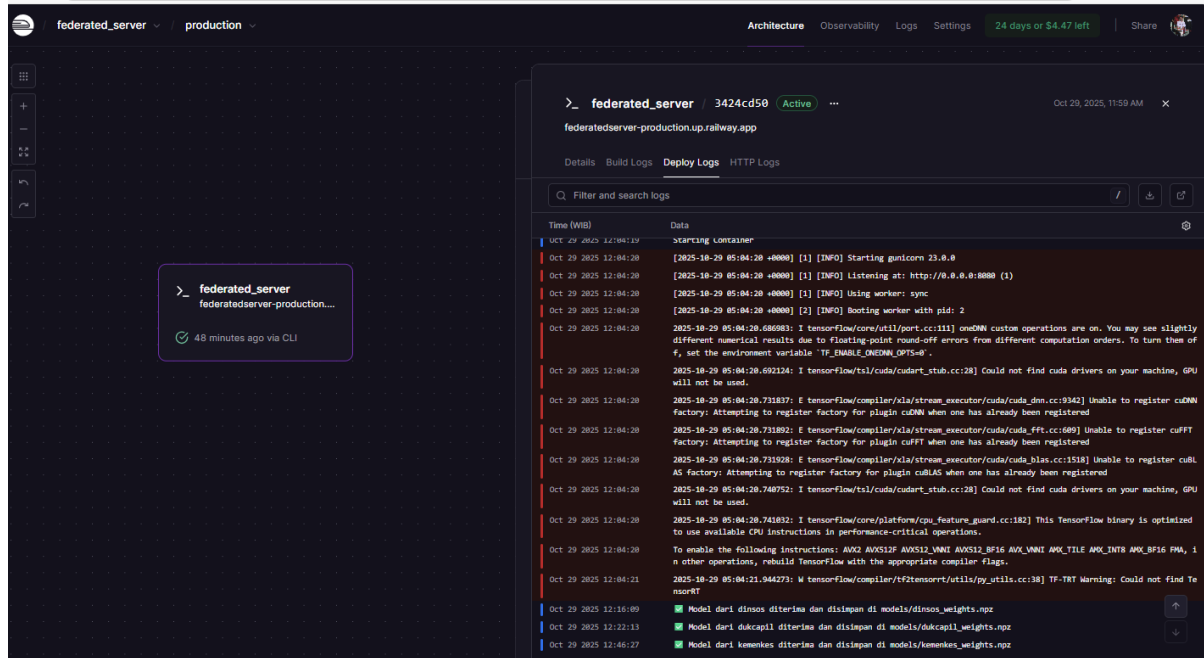
Hasil verifikasi di endpoint /logs menunjukkan bahwa seluruh file model lokal telah tersimpan di server, yaitu: dinsos_weights.npz, dukcapil_weights.npz, kemenkes_weights.npz. Ini menandakan seluruh instansi telah berhasil mengunggah model lokalnya dan siap memasuki tahap agregasi Federated Averaging (FedAvg) untuk membentuk model global.

```
← ↻ 🔒 https://federatedserver-production.up.railway.app/logs
Pretty-print ☒
{
  "files": [
    "dinsos_weights.npz",
    "kemenkes_weights.npz",
    "dukcapil_weights.npz"
  ],
  "message": "📁 File di server:"
}
```

Gambar 15 Model Kemenkes Telah Tersimpan Di Server

DEPLOY LOG

Tampilan Railway Dashboard pada saat server Federated Learning aktif dan menerima file model dari ketiga instansi



Gambar 16 Deploy Log

Pada log terlihat bahwa server berhasil menerima dan menyimpan tiga model lokal dari masing-masing instansi:

- **Model DINSOS** disimpan sebagai models/dinsos_weights.npz
- **Model DUKCAPIL** disimpan sebagai models/dukcapil_weights.npz
- **Model KEMENKES** disimpan sebagai models/kemenkes_weights.npz

Ketiga file ini adalah hasil pelatihan dari setiap klien (instansi) yang sebelumnya diunggah menggunakan endpoint /upload-model.

3. Melakukan Agregasi di server

Setelah ketiga model lokal dari DINSOS, DUKCAPIL, dan KEMENKES berhasil diunggah, server menjalankan proses agregasi untuk menggabungkan seluruh bobot model menjadi satu model global. Dari hasil log server terlihat bahwa proses agregasi berhasil dilakukan dengan tiga klien dan empat belas layer model berhasil digabungkan.

```
PS C:\KP\MATERI\federated_server> python agregasi.py
Mengirim permintaan agregasi FedAvg ke server...

Respons server:
{'message': 'Agregasi global dengan FedAvg berhasil!', 'method': 'FedAvg', 'num_clients': 3, 'num_layers': 14, 'status': 'success'}
PS C:\KP\MATERI\federated_server>
```

Gambar 17 Perintah Agregasi Model

Permintaan ke server melalui endpoint `/aggregate` untuk memulai proses Federated Averaging (FedAvg). Status *HTTP 200* pada endpoint `/aggregate` menunjukkan bahwa proses penggabungan berjalan sukses tanpa error.

```
Oct 29 2025 12:59:06 POST /aggregate 200 667ms
```

Gambar 18 Railway Log Agregasi

Setelah proses agregasi selesai, file hasil penggabungan tersimpan di server. File ini berisi bobot hasil rata-rata dari ketiga model lokal.

```
← ↻ 📁 https://federatedserver-production.up.railway.app/logs
Pretty-print ☒
{
  "files": [
    "global_model_fedavg.npz",
    "dinsos_weights.npz",
    "kemenkes_weights.npz",
    "dukcapil_weights.npz"
  ],
  "message": "📁 File di server:"
}
```

Gambar 19 Hasil Penyimpanan Model Global

4. Mengembalikan Model Global Ke Client

Setelah proses agregasi berhasil dilakukan di server, langkah berikutnya adalah mengunduh model global hasil FedAvg agar dapat digunakan kembali oleh setiap instansi. Perintah ini mengirimkan permintaan ke server untuk mengambil file `global_model_fedavg.npz`, kemudian menyimpannya secara lokal pada masing-masing klien.

```
PS C:\WP\MATERI\client_dukcapil> python get_model_global.py
2025-10-29 13:04:57.427201: I tensorflow/core/util/port.cc:113] oneDNN custom operations
2025-10-29 13:04:59.439129: I tensorflow/core/util/port.cc:113] oneDNN custom operations
Mengunduh model global hasil agregasi FedAvg...
Model global disimpan ke: models/global_model_fedavg.npz
Jumlah total tensor di file global: 14
Total fitur global: 53 kolom
2025-10-29 13:05:02.777405: I tensorflow/core/platform/cpu_feature_guard.cc:218] This TensorFlow binary is optimized with oneDNN CPU library. To enable the following instructions: SSE3 SSE4.1 SSE4.2 AVX AVX2 FMA, in other operations
Model lokal diharapkan 14 tensor:
1. (53, 64)
2. (64,)
3. (64,)
4. (64,)
5. (64,)
6. (64,)
7. (64, 32)
8. (32,)
9. (32,)
10. (32,)
11. (32,)
12. (32,)
13. (32, 1)
14. (1,)
14 tensor cocok ditemukan dan siap diterapkan
Robot global berhasil diterapkan ke model lokal!
Saved artifact at 'models/saved_global_tff'. The following endpoints are available:

* Endpoint 'serve'
  args 0 (POSITIONAL_ONLY): TensorSpec(shape=(None, 53), dtype=tf.float32, name='keras_ten
Output Type:
  TensorSpec(shape=(None, 1), dtype=tf.float32, name=None)
Captures:
2772981529688: TensorSpec(shape=(), dtype=tf.resource, name=None)
2772981527952: TensorSpec(shape=(), dtype=tf.resource, name=None)
2772986217488: TensorSpec(shape=(), dtype=tf.resource, name=None)
2772986217872: TensorSpec(shape=(), dtype=tf.resource, name=None)
2772981529488: TensorSpec(shape=(), dtype=tf.resource, name=None)
2772981529872: TensorSpec(shape=(), dtype=tf.resource, name=None)
2772981538448: TensorSpec(shape=(), dtype=tf.resource, name=None)
2772981538864: TensorSpec(shape=(), dtype=tf.resource, name=None)
2772986218648: TensorSpec(shape=(), dtype=tf.resource, name=None)
2772986218832: TensorSpec(shape=(), dtype=tf.resource, name=None)
2772986216528: TensorSpec(shape=(), dtype=tf.resource, name=None)
2772986218256: TensorSpec(shape=(), dtype=tf.resource, name=None)
2772986217184: TensorSpec(shape=(), dtype=tf.resource, name=None)
2772986216736: TensorSpec(shape=(), dtype=tf.resource, name=None)
Model global tersimpan di folder: models/saved_global_tff
Struktur folder:
├── saved_model.pb
├── keras_metadata.pb
└── variables
PS C:\WP\MATERI\client_dukcapil>
```

Gambar 20 Download Model Global

HASIL TEST ITERASI PERTAMA :

Setelah model global hasil agregasi FedAvg diunduh dan disimpan secara lokal, tahap berikutnya adalah pengujian (testing) untuk melihat seberapa baik model global dapat melakukan prediksi pada data dari masing-masing instansi.

Pengujian dilakukan dengan memuat model global), kemudian menjalankan evaluasi terhadap data uji dari DINSOS, DUKCAPIL, dan KEMENKES, serta satu dataset gabungan.

a. Pengujian di Data Dinsos

Model global menunjukkan performa yang sangat baik dengan akurasi 100%. Semua prediksi sesuai dengan label sebenarnya

```
=====
🌐 TEST MODEL GLOBAL di Data DINSOS
=====
2025-10-29 13:20:25.401718: I tensorflow/core/platform/cpu_feature_guard.cc:210] This
To enable the following instructions: SSE3 SSE4.1 SSE4.2 AVX AVX2 FMA, in other operat
✅ Model dan preprocessing berhasil dimuat!
[01] Exp=1 | Pred=1 | Prob=0.4786 ✅
[02] Exp=1 | Pred=1 | Prob=0.4787 ✅
[03] Exp=1 | Pred=1 | Prob=0.4792 ✅
[04] Exp=1 | Pred=1 | Prob=0.4795 ✅
[05] Exp=1 | Pred=1 | Prob=0.4786 ✅
[06] Exp=0 | Pred=0 | Prob=0.4765 ✅
[07] Exp=0 | Pred=0 | Prob=0.4753 ✅
[08] Exp=0 | Pred=0 | Prob=0.4770 ✅
[09] Exp=0 | Pred=0 | Prob=0.4757 ✅
[10] Exp=0 | Pred=0 | Prob=0.4743 ✅

📊 Akurasi Model Global di Data DINSOS: 100.00% (10/10)
=====
```

Gambar 21 Pengujian Data Dinsos

b. Pengujian di Data Dukcapil

Pada data DUKCAPIL, akurasi model global tercatat 50%. Beberapa prediksi belum sesuai, menunjukkan bahwa model masih perlu penyesuaian terhadap karakteristik data kependudukan yang cenderung berbeda distribusi dibanding instansi lainnya.

```
=====
🌐 TEST MODEL GLOBAL di Data DUKCAPIL
=====
✅ Model dan preprocessing berhasil dimuat!
[01] Exp=1 | Pred=0 | Prob=0.4764 ❌
[02] Exp=1 | Pred=0 | Prob=0.4779 ❌
[03] Exp=1 | Pred=0 | Prob=0.4757 ❌
[04] Exp=0 | Pred=0 | Prob=0.4809 ✅
[05] Exp=0 | Pred=0 | Prob=0.4802 ✅
[06] Exp=0 | Pred=0 | Prob=0.4772 ✅
[07] Exp=1 | Pred=0 | Prob=0.4744 ❌
[08] Exp=0 | Pred=0 | Prob=0.4797 ✅
[09] Exp=1 | Pred=0 | Prob=0.4771 ❌
[10] Exp=0 | Pred=0 | Prob=0.4808 ✅

📊 Akurasi Model Global di Data DUKCAPIL: 50.00% (5/10)
=====
```

Gambar 22 Pengujian Data Dukcapil

c. Pengujian di Data Kemenkes

Model global kembali menunjukkan hasil sangat baik dengan akurasi 100%. menunjukkan bahwa pola data kesehatan berhasil diserap oleh model gabungan.

```
=====
🔵 TEST MODEL GLOBAL di Data KEMENKES
=====
✅ Model dan preprocessing berhasil dimuat!
[01] Exp=1 | Pred=1 | Prob=0.4779 ✅
[02] Exp=1 | Pred=1 | Prob=0.4784 ✅
[03] Exp=1 | Pred=1 | Prob=0.4787 ✅
[04] Exp=0 | Pred=0 | Prob=0.4767 ✅
[05] Exp=0 | Pred=0 | Prob=0.4732 ✅
[06] Exp=1 | Pred=1 | Prob=0.4775 ✅
[07] Exp=0 | Pred=0 | Prob=0.4740 ✅
[08] Exp=1 | Pred=1 | Prob=0.4789 ✅
[09] Exp=0 | Pred=0 | Prob=0.4762 ✅
[10] Exp=1 | Pred=1 | Prob=0.4781 ✅

📊 Akurasi Model Global di Data KEMENKES: 100.00% (10/10)
=====
```

Gambar 23 Pengujian di Data Kemenkes

d. Pengujian di Data Gabungan

Ketika diuji menggunakan data gabungan dari ketiga instansi, model global mencatat akurasi 100%. Hal ini membuktikan bahwa proses agregasi FedAvg berhasil menyatukan pengetahuan dari berbagai sumber data tanpa mengorbankan akurasi pada konteks umum.

```
=====
🔵 TEST MODEL GLOBAL di Data GABUNGAN
=====
✅ Model dan preprocessing berhasil dimuat!
[01] Exp=1 | Pred=1 | Prob=0.4788 ✅
[02] Exp=1 | Pred=1 | Prob=0.4787 ✅
[03] Exp=0 | Pred=0 | Prob=0.4733 ✅
[04] Exp=0 | Pred=0 | Prob=0.4729 ✅

📊 Akurasi Model Global di Data GABUNGAN: 100.00% (4/4)
=====

PS C:\KP\MATERI\client_dukcapil2> |
```

Gambar 24 Pengujian di Data Gabungan

ITERASI 2

Setelah model global pertama terbentuk, proses Federated Learning dilanjutkan ke iterasi kedua untuk memperbaiki akurasi dan mengoptimalkan hasil pelatihan di setiap instansi. Pada tahap ini, model global (`global_model_fedavg.npz`) digunakan sebagai bobot awal (initial weights) pada masing-masing klien sebelum dilakukan pelatihan lokal ulang. Tujuannya adalah agar setiap model lokal memulai pelatihan dari pengetahuan yang telah digabungkan sebelumnya, bukan dari nol.

A. DUKCAPIL

Instansi DUKCAPIL melakukan pelatihan ulang menggunakan data kependudukan dengan bobot awal dari model global. Langkah ini penting untuk memperbaiki hasil akurasi yang sebelumnya hanya mencapai 50%. Setelah beberapa ronde pelatihan, model menunjukkan peningkatan performa dengan *loss* menurun secara bertahap.

```
Skipping registering GPU devices...
[DUKCAPIL] Round 01 | acc=0.6404 | loss=0.7009
[DUKCAPIL] Round 02 | acc=0.6974 | loss=0.6125
[DUKCAPIL] Round 03 | acc=0.7422 | loss=0.5445
[DUKCAPIL] Round 04 | acc=0.7734 | loss=0.4936
[DUKCAPIL] Round 05 | acc=0.8060 | loss=0.4379
[DUKCAPIL] Round 06 | acc=0.8344 | loss=0.3896
[DUKCAPIL] Round 07 | acc=0.8450 | loss=0.3655
[DUKCAPIL] Round 08 | acc=0.8608 | loss=0.3382
[DUKCAPIL] Round 09 | acc=0.8698 | loss=0.3162
[DUKCAPIL] Round 10 | acc=0.8782 | loss=0.2980
2025-10-29 13:40:26.223731: I tensorflow/compiler/xla/stream_executor/cuda/cuda_gpu_execut
Your kernel may have been built without NUMA support.
2025-10-29 13:40:26.223820: I tensorflow/core/grappler/devices.cc:66] Number of eligible G
2025-10-29 13:40:26.224073: I tensorflow/core/grappler/clusters/single_machine.cc:361] Sta
2025-10-29 13:40:26.224802: I tensorflow/compiler/xla/stream_executor/cuda/cuda_gpu_execut
Your kernel may have been built without NUMA support.
2025-10-29 13:40:26.224874: W tensorflow/core/common_runtime/gpu/gpu_device.cc:2211] Canno
operly if you would like to use GPU. Follow the guide at https://www.tensorflow.org/instal
Skipping registering GPU devices...
WARNING:tensorflow:Compiled the loaded model, but the compiled metrics have yet to be buil
WARNING:tensorflow:Compiled the loaded model, but the compiled metrics have yet to be buil

📊 Akurasi terhadap data training DUKCAPIL (round-2): 0.8802
✅ Model iterasi ke-2 (DUKCAPIL) tersimpan di: Models/saved_dukcapil_tff_round2
(env) ezranahumury@DESKTOP-8003BIM:/mnt/c/KP/MATERI/client_dukcapil2$
```

Gambar 25 Pelatihan ulang di Dukcapil

Setelah pelatihan selesai, dilakukan pemeriksaan struktur layer untuk memastikan kompatibilitas dengan model global.

```
● DETAIL BOBOT MODEL (DUKCAPIL)
Total tensor: 14

Layer 01 → shape: (53, 64)
Layer 02 → shape: (64,)
Layer 03 → shape: (64,)
Layer 04 → shape: (64,)
Layer 05 → shape: (64,)
Layer 06 → shape: (64,)
Layer 07 → shape: (64, 32)
Layer 08 → shape: (32,)
Layer 09 → shape: (32,)
Layer 10 → shape: (32,)
Layer 11 → shape: (32,)
Layer 12 → shape: (32,)
Layer 13 → shape: (32, 1)
Layer 14 → shape: (1,)

✓ Pemeriksaan struktur layer selesai.
```

Gambar 26 Struktur Bobot Model Dukcapil

Mengunggah bobot model hasil pelatihan ke server. Dengan ini, model DUKCAPIL iterasi ke-2 siap digunakan dalam proses agregasi FedAvg Round 2, bersama model terbaru dari DINSOS dan KEMENKES.

```
PS C:\KP\WATERI\client_dukcapil2> ^C
PS C:\KP\WATERI\client_dukcapil2> python upload_model.py
2025-10-29 14:06:19.180203: I tensorflow/core/util/port.cc:153] oneDNN custom operati
different computation orders. To turn them off, set the environment variable `TF_ENAB
2025-10-29 14:06:21.157089: I tensorflow/core/util/port.cc:153] oneDNN custom operati
different computation orders. To turn them off, set the environment variable `TF_ENAB
✖ Memulai upload model federated: DUKCAPIL
=====
⚠Gagal memuat model biasa (File format not supported: filepath=Models/saved_dukcapil
hat the legacy SavedModel format is not supported by `load_model()` in Keras 3. In or
Models/saved_dukcapil_ttf_round2, call_endpoint='serving_default')` (note that your `
2025-10-29 14:06:22.875736: I tensorflow/core/platform/cpu_feature_guard.cc:210] This
To enable the following instructions: SSE3 SSE4.1 SSE4.2 AVX AVX2 FMA, in other opera
✓ Model dukcapil berhasil dimuat via TFSLayer.
📦 Mengekstrak dan mengompres bobot model dukcapil ...
✓ Bobot berhasil dikonversi ke base64 (14 tensor).
📤 Mengupload model dukcapil ke server...
📡 Respons server:
{"client":"dukcapil","status":"success"}
=====
✓ Upload model DUKCAPIL selesai!
PS C:\KP\WATERI\client_dukcapil2> █
```

Gambar 27 Pengiriman Model Dukcapil Ke Server

B. DINSOS

Pada iterasi ke-2, instansi DINSOS melakukan pelatihan ulang model menggunakan bobot awal dari model global hasil agregasi pertama. Dari hasil log pelatihan, akurasi meningkat dari 0.5980 di ronde pertama menjadi 0.8322 di ronde ke-10. Setelah pelatihan selesai, akurasi keseluruhan terhadap data training tercatat 0.8608.

```
Skipping registering GPU devices...
[DINSOS] Round 01 | acc=0.5980 | loss=0.7528
[DINSOS] Round 02 | acc=0.6542 | loss=0.6589
[DINSOS] Round 03 | acc=0.6818 | loss=0.6161
[DINSOS] Round 04 | acc=0.7314 | loss=0.5316
[DINSOS] Round 05 | acc=0.7472 | loss=0.5108
[DINSOS] Round 06 | acc=0.7734 | loss=0.4758
[DINSOS] Round 07 | acc=0.7936 | loss=0.4494
[DINSOS] Round 08 | acc=0.8118 | loss=0.4215
[DINSOS] Round 09 | acc=0.8202 | loss=0.4093
[DINSOS] Round 10 | acc=0.8322 | loss=0.3905
2025-10-29 14:00:04.440894: I tensorflow/compiler/xla/stream_executor/cuda/cuda_gpu_execut
Your kernel may have been built without NUMA support.
2025-10-29 14:00:04.440982: I tensorflow/core/grappler/devices.cc:66] Number of eligible G
2025-10-29 14:00:04.441248: I tensorflow/core/grappler/clusters/single_machine.cc:361] Sta
2025-10-29 14:00:04.442026: I tensorflow/compiler/xla/stream_executor/cuda/cuda_gpu_execut
Your kernel may have been built without NUMA support.
2025-10-29 14:00:04.442100: W tensorflow/core/common_runtime/gpu/gpu_device.cc:2211] Cann
d properly if you would like to use GPU. Follow the guide at https://www.tensorflow.org/in
Skipping registering GPU devices...
WARNING:tensorflow:Compiled the loaded model, but the compiled metrics have yet to be buil
WARNING:tensorflow:Compiled the loaded model, but the compiled metrics have yet to be buil
Akurasi terhadap data training DINSOS (round-2): 0.8608
Model iterasi ke-2 (DINSOS) tersimpan di: Models/saved_dinsos_tff_round2
(venv) ezranahumury@DESKTOP-8003BIM: /mnt/c/KP/MATERI/client_dinsos2$
```

Gambar 28 Pelatihan Ulang di Dinsos

Verifikasi struktur layer untuk memastikan kesesuaian dengan arsitektur federasi.

```
Layer 01 → shape: (53, 64)
Layer 02 → shape: (64,)
Layer 03 → shape: (64,)
Layer 04 → shape: (64,)
Layer 05 → shape: (64,)
Layer 06 → shape: (64,)
Layer 07 → shape: (64, 32)
Layer 08 → shape: (32,)
Layer 09 → shape: (32,)
Layer 10 → shape: (32,)
Layer 11 → shape: (32,)
Layer 12 → shape: (32,)
Layer 13 → shape: (32, 1)
Layer 14 → shape: (1,)
Pemeriksaan struktur layer selesai.
```

Gambar 29 Struktur Bobot Model Dinsos

Mengunggah model hasil pelatihan ulang ke server. Dari hasil log Model berhasil dimuat dari direktori lokal. Server merespons dengan status “success”, menandakan file telah diterima tanpa kendala.

```
2025-10-29 14:08:42.165367: W tensorflow/compiler/xla/stream_executor/cuda/cuda_gpu_executor.cc:1103] Your kernel may have been built without NUMA support.
2025-10-29 14:09:14.229712: I tensorflow/compiler/xla/stream_executor/cuda/cuda_gpu_executor.cc:1103] Your kernel may have been built without NUMA support.
2025-10-29 14:09:14.231607: W tensorflow/core/common_runtime/gpu/gpu_device.cc:2211] Cannot d
d properly if you would like to use GPU. Follow the guide at https://www.tensorflow.org/l
Skipping registering GPU devices...
WARNING:tensorflow:No training configuration found in save file, so the model was *not* c
✓ Model dinsos berhasil dimuat dari: Models/saved_dinsos_tff_round2
📁 Mengekstrak dan mengkompres bobot model dinsos ...
✓ Bobot berhasil dikonversi ke base64 (14 tensor).
📁 Mengupload model dinsos ke server...
📁 Respons server:
{"client":"dinsos","status":"success"}

=====
✓ Upload model DINSOS selesai!

(venv) ezranahumury@DESKTOP-8003BIM:/mnt/c/KP/MATERI/client_dinsos2$
```

Gambar 30 Pengiriman Model Dinsos Ke Server

C. KEMENKES

Pada iterasi ke-2, Kementerian Kesehatan (KEMENKES) melatih ulang model lokalnya dengan bobot awal dari model global hasil agregasi pertama (FedAvg Round 1). Dari hasil log pelatihan, Akurasi meningkat dari 0.6200 pada ronde pertama menjadi 0.8520 di ronde ke-10. Setelah seluruh ronde selesai, model mencapai akurasi rata-rata 0.9166 terhadap data pelatihan.

```
Skipping registering GPU devices...
[KEMENKES] Round 01 | acc=0.6200 | loss=0.7014
[KEMENKES] Round 02 | acc=0.6532 | loss=0.6395
[KEMENKES] Round 03 | acc=0.7084 | loss=0.5578
[KEMENKES] Round 04 | acc=0.7468 | loss=0.5202
[KEMENKES] Round 05 | acc=0.7730 | loss=0.4741
[KEMENKES] Round 06 | acc=0.7980 | loss=0.4433
[KEMENKES] Round 07 | acc=0.8306 | loss=0.4064
[KEMENKES] Round 08 | acc=0.8406 | loss=0.3923
[KEMENKES] Round 09 | acc=0.8562 | loss=0.3643
[KEMENKES] Round 10 | acc=0.8520 | loss=0.3534
2025-10-29 14:27:21.234959: I tensorflow/compiler/xla/stream_executor/cuda/cuda_gpu_executor.cc:1103] Your kernel may have been built without NUMA support.
2025-10-29 14:27:21.235055: I tensorflow/core/grappler/devices.cc:66] Number of eligible GPUs (c
2025-10-29 14:27:21.235311: I tensorflow/core/grappler/clusters/single_machine.cc:361] Starting i
2025-10-29 14:27:21.236061: I tensorflow/compiler/xla/stream_executor/cuda/cuda_gpu_executor.cc:1103] Your kernel may have been built without NUMA support.
2025-10-29 14:27:21.236120: W tensorflow/core/common_runtime/gpu/gpu_device.cc:2211] Cannot dlop
raries mentioned above are installed properly if you would like to use GPU. Follow the guide at
oad and setup the required libraries for your platform.
Skipping registering GPU devices...
WARNING:tensorflow:Compiled the loaded model, but the compiled metrics have yet to be built. `mo
valuate the model.
WARNING:tensorflow:Compiled the loaded model, but the compiled metrics have yet to be built. `mo
valuate the model.
✓ Akurasi terhadap data training KEMENKES (round-2): 0.9166
✓ Model iterasi ke-2 (KEMENKES) tersimpan di: Models/saved_kemenkes_tff_round2
(venv) ezranahumury@DESKTOP-8003BIM:/mnt/c/KP/MATERI/client_kemenkes2$
```

Gambar 31 Pelatihan Ulang di Kemenkes

Setelah pelatihan, dilakukan pengecekan struktur layer untuk memastikan kesesuaian dengan arsitektur model federasi.

```
DETAIL BOBOT MODEL (KEMENKES)
Total tensor: 14

Layer 01 → shape: (53, 64)
Layer 02 → shape: (64,)
Layer 03 → shape: (64,)
Layer 04 → shape: (64,)
Layer 05 → shape: (64,)
Layer 06 → shape: (64,)
Layer 07 → shape: (64, 32)
Layer 08 → shape: (32,)
Layer 09 → shape: (32,)
Layer 10 → shape: (32,)
Layer 11 → shape: (32,)
Layer 12 → shape: (32,)
Layer 13 → shape: (32, 1)
Layer 14 → shape: (1,)

✓ Pemeriksaan struktur layer selesai.

(venv) ezranahumury@DESKTOP-8003BIM:/mnt/c/KP/MATERI/client_kemenkes2$
```

Gambar 32 Struktur Bobot Model Kemenkes

Mengunggah model hasil pelatihan ke server federasi. Dari hasil log terlihat Model berhasil dimuat dari direktori Models/saved_kemenkes_tff_round2.

```
ezranahumury@DESKTOP-8003BIM:/mnt/c/KP/MATERI/client_kemenkes2$ source venv/bin/activate
(venv) ezranahumury@DESKTOP-8003BIM:/mnt/c/KP/MATERI/client_kemenkes2$ python upload_model.py
2025-10-29 14:29:28.487546: I tensorflow/tsl/cuda/cudart_stub.cc:28] Could not find cuda drivers on yo
2025-10-29 14:29:29.666785: E tensorflow/compiler/xla/stream_executor/cuda/cuda_dnn.cc:9342] Unable to
actory for plugin cuDNN when one has already been registered
2025-10-29 14:29:29.668038: E tensorflow/compiler/xla/stream_executor/cuda/cuda_fft.cc:609] Unable to
ctory for plugin cuFFT when one has already been registered
2025-10-29 14:29:29.672912: E tensorflow/compiler/xla/stream_executor/cuda/cuda_blas.cc:1518] Unable t
actory for plugin cuBLAS when one has already been registered
2025-10-29 14:29:30.153777: I tensorflow/tsl/cuda/cudart_stub.cc:28] Could not find cuda drivers on yo
2025-10-29 14:29:30.157782: I tensorflow/core/platform/cpu_feature_guard.cc:182] This TensorFlow binar
in performance-critical operations.
To enable the following instructions: AVX2 FMA, in other operations, rebuild TensorFlow with the appro
2025-10-29 14:29:40.972418: W tensorflow/compiler/tf2tensorrt/utils/py_utils.cc:38] TF-TRT Warning: Co
Memulai upload model federated: KEMENKES
=====
2025-10-29 14:30:11.108919: I tensorflow/compiler/xla/stream_executor/cuda/cuda_gpu_executor.cc:880] c
i/devices/0000:01:00.0/numa_node
Your kernel may have been built without NUMA support.
2025-10-29 14:30:11.110899: W tensorflow/core/common_runtime/gpu/gpu_device.cc:2211] Cannot dlopen som
raries mentioned above are installed properly if you would like to use GPU. Follow the guide at https:
oad and setup the required libraries for your platform.
Skipping registering GPU devices...
WARNING:tensorflow:No training configuration found in save file, so the model was *not* compiled. Comp
✓ Model kemenkes berhasil dimuat dari: Models/saved_kemenkes_tff_round2
📄 Mengekstrak dan mengkompres bobot model kemenkes ...
✓ Bobot berhasil dikonversi ke base64 (14 tensor).
📡 Mengupload model kemenkes ke server...
📡 Respons server:
{"client":"kemenkes","status":"success"}

=====
✓ Upload model KEMENKES selesai!

(venv) ezranahumury@DESKTOP-8003BIM:/mnt/c/KP/MATERI/client_kemenkes2$
```

Gambar 33 Pengiriman Model Kemenkes ke Server

Setelah seluruh model lokal dari DINSOS, DUKCAPIL, dan KEMENKES berhasil diunggah, server kembali menjalankan proses Federated Averaging (FedAvg) untuk menggabungkan bobot ketiga model tersebut menjadi model global iterasi ke-2.

```
message: [0] No such file or directory: 'models', status: 'error'}
PS C:\KP\WATERI\federated_server> python agregasi.py
Mengirim permintaan agregasi FedAvg ke server...

Respons server:
{'message': 'Agregasi global dengan FedAvg berhasil!', 'method': 'FedAvg', 'num_clients': 3, 'num_layers': 12, 'status': 'success'}
PS C:\KP\WATERI\federated_server>
```

Gambar 34 Agregasi Iterasi Kedua

HASIL ITERASI KEDUA

Setelah proses agregasi kedua selesai, model global diunduh oleh masing-masing instansi untuk diuji terhadap dataset lokal mereka. Tujuannya adalah mengevaluasi sejauh mana model global hasil iterasi kedua mampu beradaptasi dan meningkatkan performa dibandingkan model pada iterasi pertama.

a. Pengujian di Data Dinsos

Hasil pengujian menunjukkan akurasi 100%. Semua prediksi sesuai dengan label sebenarnya, menandakan stabilitas dan konsistensi prediksi.

```
=====
🌐 TEST MODEL GLOBAL di Data DINSOS
=====
2025-10-30 07:19:24.239306: I tensorflow/core/platform/cpu_feature_guard.cc:210]
Instructions in performance-critical operations.
To enable the following instructions: SSE3 SSE4.1 SSE4.2 AVX AVX2 FMA, in other o
ags.
✅ Model dan preprocessing berhasil dimuat!
[01] Exp=1 | Pred=1 | Prob=0.5014 ✅
[02] Exp=1 | Pred=1 | Prob=0.5015 ✅
[03] Exp=1 | Pred=1 | Prob=0.5015 ✅
[04] Exp=1 | Pred=1 | Prob=0.5014 ✅
[05] Exp=1 | Pred=1 | Prob=0.5014 ✅
[06] Exp=0 | Pred=0 | Prob=0.5004 ✅
[07] Exp=0 | Pred=0 | Prob=0.5004 ✅
[08] Exp=0 | Pred=0 | Prob=0.5006 ✅
[09] Exp=0 | Pred=0 | Prob=0.5005 ✅
[10] Exp=0 | Pred=0 | Prob=0.4998 ✅

📊 Akurasi Model Global di Data DINSOS: 100.00% (10/10)
=====
```

Gambar 35 Pengujian di Data Dinsos

b. Pengujian di Data Dukcapil

Model global menunjukkan peningkatan signifikan dibanding iterasi pertama. Akurasi naik dari 50% menjadi 90%. Hal ini membuktikan bahwa model global pada iterasi kedua mulai memahami pola data kependudukan yang sebelumnya sulit dipelajari.

```
=====
🌐 TEST MODEL GLOBAL di Data DUKCAPIL
=====
✅ Model dan preprocessing berhasil dimuat!
[01] Exp=1 | Pred=1 | Prob=0.5026 ✅
[02] Exp=1 | Pred=0 | Prob=0.5012 ❌
[03] Exp=1 | Pred=1 | Prob=0.5036 ✅
[04] Exp=0 | Pred=0 | Prob=0.4985 ✅
[05] Exp=0 | Pred=0 | Prob=0.4989 ✅
[06] Exp=0 | Pred=0 | Prob=0.5013 ✅
[07] Exp=1 | Pred=1 | Prob=0.5045 ✅
[08] Exp=0 | Pred=0 | Prob=0.4989 ✅
[09] Exp=1 | Pred=1 | Prob=0.5024 ✅
[10] Exp=0 | Pred=0 | Prob=0.4986 ✅

📊 Akurasi Model Global di Data DUKCAPIL: 90.00% (9/10)
=====
```

Gambar 36 Pengujian di Data Dukcapil

c. Pengujian di Data Kemenkes

Model global mempertahankan akurasi 100%, menandakan tingkat konsistensi tinggi dan kemampuan generalisasi yang baik pada domain kesehatan.

```
=====
🌐 TEST MODEL GLOBAL di Data KEMENKES
=====
✅ Model dan preprocessing berhasil dimuat!
[01] Exp=1 | Pred=1 | Prob=0.4998 ✅
[02] Exp=1 | Pred=1 | Prob=0.4998 ✅
[03] Exp=1 | Pred=1 | Prob=0.4998 ✅
[04] Exp=0 | Pred=0 | Prob=0.4998 ✅
[05] Exp=0 | Pred=0 | Prob=0.4990 ✅
[06] Exp=1 | Pred=1 | Prob=0.4998 ✅
[07] Exp=0 | Pred=0 | Prob=0.4993 ✅
[08] Exp=1 | Pred=1 | Prob=0.4999 ✅
[09] Exp=0 | Pred=0 | Prob=0.4997 ✅
[10] Exp=1 | Pred=1 | Prob=0.4998 ✅

📊 Akurasi Model Global di Data KEMENKES: 100.00% (10/10)
=====
```

Gambar 37 Pengujian di Data Kemenkes

d. Pengujian di Data Gabungan

Ketika diuji dengan data gabungan dari ketiga instansi, model global juga mencapai akurasi sempurna 100%. Hasil ini menunjukkan bahwa model sudah mampu beradaptasi secara menyeluruh terhadap distribusi data lintas instansi, menandakan keberhasilan sistem Federated Learning pada tahap kedua.

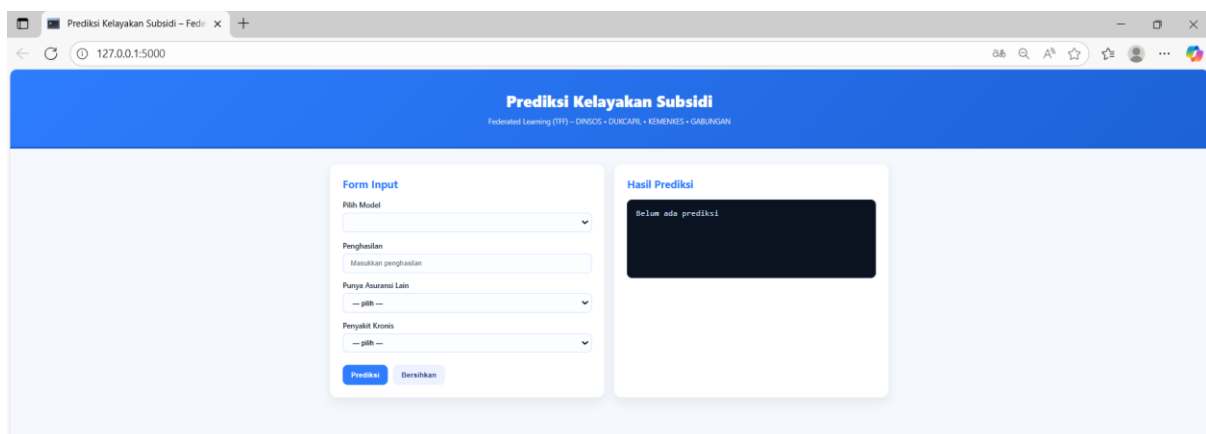
```
=====
🌐 TEST MODEL GLOBAL di Data GABUNGAN
=====
✅ Model dan preprocessing berhasil dimuat!
[01] Exp=1 | Pred=1 | Prob=0.5014 ✅
[02] Exp=1 | Pred=1 | Prob=0.5015 ✅
[03] Exp=0 | Pred=0 | Prob=0.4994 ✅
[04] Exp=0 | Pred=0 | Prob=0.4994 ✅

📊 Akurasi Model Global di Data GABUNGAN: 100.00% (4/4)
=====
PS C:\KP\MATERI\client_dinsos2>
```

Gambar 38 Pengujian di Data Gabungan

IMPLEMENTASI KE FLASK

Setelah model global hasil Federated Learning dari DINSOS, DUKCAPIL, dan KEMENKES berhasil terbentuk, langkah selanjutnya adalah mengintegrasikan model tersebut ke dalam aplikasi Flask agar dapat digunakan untuk melakukan prediksi kelayakan subsidi secara langsung dan mudah digunakan.



Gambar 39 Antarmuka Web

DINSOS				
Kategori	Penghasilan	Jumlah_tanggungan	Kondisi_rumah	Status Pekerjaan
Layak	1.500.000	4	Tidak layak	Buruh harian
Tidak Layak	3.500.000	4	layak	Pegawai Tetap

Ketika pengguna memasukkan data dengan penghasilan rendah, jumlah tanggungan banyak, kondisi rumah tidak layak, dan status pekerjaan sebagai buruh harian, sistem memberikan hasil “Layak Subsidi”, yang menunjukkan bahwa individu tersebut memenuhi kriteria penerima bantuan. Sebaliknya, pada contoh kedua, dengan data penghasilan lebih tinggi, kondisi rumah layak, dan status pekerjaan pegawai tetap, sistem memprediksi “Tidak Layak Subsidi”, karena kondisi tersebut tidak memenuhi kriteria untuk mendapatkan bantuan sosial.

The screenshot shows a web application titled "Prediksi Kelayakan Subsidi" with a subtitle "Federated Learning (FTF) - DINSOS - DUKCAPIL - KEMENKES - GARUNGAN". The interface is divided into two main sections: "Form Input" and "Hasil Prediksi".

Form Input:

- Pilih Model:** A dropdown menu showing "DINSOS (BPNT/Kartu Sembako)".
- Penghasilan:** A text input field containing "1500000".
- Jumlah Tanggungan:** A text input field containing "4".
- Kondisi Rumah:** A dropdown menu showing "Tidak layak".
- Status Pekerjaan:** A dropdown menu showing "buruh harian".
- Buttons:** "Prediksi" (blue) and "Bersihkan" (light blue).

Hasil Prediksi:

- Header:** "Layak Subsidi" with a green checkmark icon.
- JSON Output:**

```
{
  "lembaga": "DINSOS",
  "prediksi": 1,
  "probabilitas": 0.5176,
  "threshold": 0.5
}
```

Gambar 40 Prediksi Layak Subsidi Dinsos

The screenshot shows the same web application as Gambar 40, but with different input data leading to a different prediction.

Form Input:

- Pilih Model:** A dropdown menu showing "DINSOS (BPNT/Kartu Sembako)".
- Penghasilan:** A text input field containing "3500000".
- Jumlah Tanggungan:** A text input field containing "3".
- Kondisi Rumah:** A dropdown menu showing "layak".
- Status Pekerjaan:** A dropdown menu showing "pegawai tetap".
- Buttons:** "Prediksi" (blue) and "Bersihkan" (light blue).

Hasil Prediksi:

- Header:** "Tidak Layak Subsidi" with a red X icon.
- JSON Output:**

```
{
  "lembaga": "DINSOS",
  "prediksi": 0,
  "probabilitas": 0.4962,
  "threshold": 0.5
}
```

Gambar 41 Prediksi Tidak Layak Subsidi Dinsos

DUKCAPIL									
Kategori	Nik_valid	Memiliki_kk	Domisili_tetap	Data_ganda	Masuk_dtks	Jumlah_anggota_kk	Usia_kepala_keluarga	Status_perkawinan	Pekerjaan_kepala_keluarga
Layak	ya	ya	ya	tidak	ya	5	45	menikah	Buruh harian
Tidak Layak	tidak	tidak	tidak	ya	tidak	1	27	Belum menikah	Pegawai tetap

Ketika pengguna mengisi formulir dengan data yang menunjukkan kondisi layak, seperti NIK valid, memiliki KK, domisili tetap, tidak memiliki data ganda, masuk dalam DTKS, dan kepala keluarga berusia lanjut dengan pekerjaan sebagai buruh harian, sistem memberikan hasil “Layak Subsidi”. Sebaliknya, ketika data yang dimasukkan menunjukkan kondisi tidak layak, misalnya kepala keluarga masih muda dengan status pekerjaan pegawai tetap, sistem memprediksi “Tidak Layak Subsidi”.

The screenshot shows a web browser window with the title "Prediksi Kelayakan Subsidi". The page has a blue header with the title and a subtitle "Fostered Learning (FT) - DUKCAPIL - KEMENDUK - GABUNGKAN". Below the header, there are two main sections: "Form Input" and "Hasil Prediksi". The "Form Input" section contains a list of dropdown menus and text input fields for various criteria: "Pilih Model" (DUKCAPIL), "NIK Valid" (ya), "Memiliki KK" (ya), "Domisili Tetap" (ya), "Data Ganda" (tidak), "Masuk DTKS" (ya), "Jumlah Anggota KK" (5), "Usia Kepala Keluarga" (45), "Status Perkawinan" (menikah), and "Pekerjaan Kepala Keluarga" (buruh harian). At the bottom of the form are two buttons: "Prediksi" and "Bersihkan". The "Hasil Prediksi" section shows a green box with the text "Layak Subsidi" and a JSON object:

```
{  "label": "DUKCAPIL",  "probability": 0.9999999999999999,  "threshold": 0.5,  "threshold": 0.5}
```

Gambar 42 Prediksi Layak Subsidi Dukcapil

The screenshot shows a web browser window with the title "Prediksi Kelayakan Subsidi". The page has a blue header with the title and a subtitle "Fostered Learning (FT) - DUKCAPIL - KEMENDUK - GABUNGKAN". Below the header, there are two main sections: "Form Input" and "Hasil Prediksi". The "Form Input" section contains a list of dropdown menus and text input fields for various criteria: "Pilih Model" (DUKCAPIL), "NIK Valid" (tidak), "Memiliki KK" (tidak), "Domisili Tetap" (tidak), "Data Ganda" (ya), "Masuk DTKS" (tidak), "Jumlah Anggota KK" (1), "Usia Kepala Keluarga" (27), "Status Perkawinan" (belum menikah), and "Pekerjaan Kepala Keluarga" (pegawai tetap). At the bottom of the form are two buttons: "Prediksi" and "Bersihkan". The "Hasil Prediksi" section shows a red box with the text "Tidak Layak Subsidi" and a JSON object:

```
{  "label": "DUKCAPIL",  "probability": 0.0000000000000001,  "threshold": 0.5,  "threshold": 0.5}
```

Gambar 43 Prediksi Tidak Layak Subsidi Dukcapil

Kemenkes					
Kategori	Penghasilan	Punya_asuransi_lain	Penyakit_kronis	Status_Pekerjaan	Kondisi_rumah
Layak	1.500.000	tidak	jantung	Buruh_harian	Tidak_layak
Tidak Layak	2.500.000	Ya	Tidak ada	Pegawai Tetap	Sederhana

Ketika pengguna mengisi data dengan penghasilan rendah, tidak memiliki asuransi lain, menderita penyakit kronis, bekerja sebagai buruh harian, dan tinggal di rumah tidak layak, sistem memberikan hasil “Layak Subsidi” karena kondisi tersebut sesuai dengan kriteria penerima bantuan kesehatan. Sebaliknya, saat pengguna memasukkan data dengan penghasilan lebih tinggi, memiliki asuransi lain, tanpa penyakit kronis, dan status pekerjaan sebagai pegawai tetap, sistem menampilkan hasil “Tidak Layak Subsidi”

The screenshot shows a web browser window with the title 'Prediksi Kelayakan Subsidi - Fed'. The URL is '127.0.0.1:5000'. The page has a blue header with the title and subtitle 'Federated Learning (111) - DINDOS - DUKCAPIL - KEMENKES - GARIBUNGAN'. Below the header, there are two main sections: 'Form Input' and 'Hasil Prediksi'.

Form Input:

- Pilih Model: KEMENKES (KIS)
- Penghasilan: 1500000
- Punya Asuransi Lain: tidak
- Penyakit Kronis: jantung
- Status Pekerjaan: buruh harian
- Kondisi Rumah: tidak layak
- Buttons: Prediksi, Bersihkan

Hasil Prediksi:

Layak Subsidi

```
{
  "label": "KEMENKES",
  "prediksi": 1,
  "probabilitas": 0.5112,
  "threshold": 0.4998
}
```

Gambar 44 Prediksi Layak Subsidi Kemenkes

The screenshot shows the same web browser window as Gambar 44, but with different input data. The 'Hasil Prediksi' section now shows 'Tidak Layak Subsidi'.

Form Input:

- Pilih Model: KEMENKES (KIS)
- Penghasilan: 2500000
- Punya Asuransi Lain: ya
- Penyakit Kronis: tidak ada
- Status Pekerjaan: pegawai tetap
- Kondisi Rumah: sederhana
- Buttons: Prediksi, Bersihkan

Hasil Prediksi:

Tidak Layak Subsidi

```
{
  "label": "KEMENKES",
  "prediksi": 0,
  "probabilitas": 0.4995,
  "threshold": 0.4998
}
```

Gambar 45 Prediksi Tidak Layak Subsidi Kemenkes

Gabungan											
Kategori	Penghasilan	Jumlah_tanggungan	Kondisi_rumah	Status_pekerjaan	Nik_valid	Memiliki_kk	Domisili_tetap	Data_ganda	Masuk_dtk	Punya_asuransi	Penyakit_kronis
Layak	1.500.000	4	Tidak layak	Buruh harian	ya	ya	ya	tidak	ya	tidak	Jantung
Tidak Layak	8.500.000	4	layak	Pegawai tetap	ya	ya	ya	tidak	ya	ya	Jantung

Ketika pengguna mengisi data dengan karakteristik penerima bantuan, seperti penghasilan rendah, jumlah tanggungan tinggi, kondisi rumah tidak layak, dan pekerjaan sebagai buruh harian, sistem memberikan hasil “Layak Subsidi” karena memenuhi sebagian besar kriteria dari ketiga lembaga. Sebaliknya, ketika data yang dimasukkan menunjukkan kondisi lebih mapan, misalnya penghasilan tinggi, kondisi rumah layak, dan pekerjaan sebagai pegawai tetap, sistem menampilkan hasil “Tidak Layak Subsidi”.

Gambar 46 Prediksi Layak Subsidi Gabungan

The screenshot displays a web browser window with the address bar showing '127.0.0.1:5000'. The web application, titled 'Prediksi Kelayakan Subsidi', features a blue header and a light blue background. The main content area is split into two panels. The left panel, 'Form Input', contains a series of input fields for user data: 'NIK-Masuk' (with a dropdown), 'Pendidikan', 'Jumlah Tanggungan', 'Kondisi Rumah' (with a dropdown), 'Jenis Pekerjaan', 'Penghasilan Bersih', 'Nilai Tanah', 'Membeli AS' (with a dropdown), 'Durasi Temp' (with a dropdown), 'Dana Sewa', 'Masuk DP' (with a dropdown), 'Pengeluaran Lain' (with a dropdown), and 'Penghasilan Bersih'. At the bottom of this panel are 'Hitung' and 'Reset' buttons. The right panel, 'Hasil Prediksi', shows the results: 'Total Layak Subsidi' (highlighted in red) as 'Rp. 1.200.000,00' and 'Persentase Layak' as '80%'. The results are displayed in a dark box with white text.

Gambar 47 Prediksi Tidak Layak Subsidi Gabungan