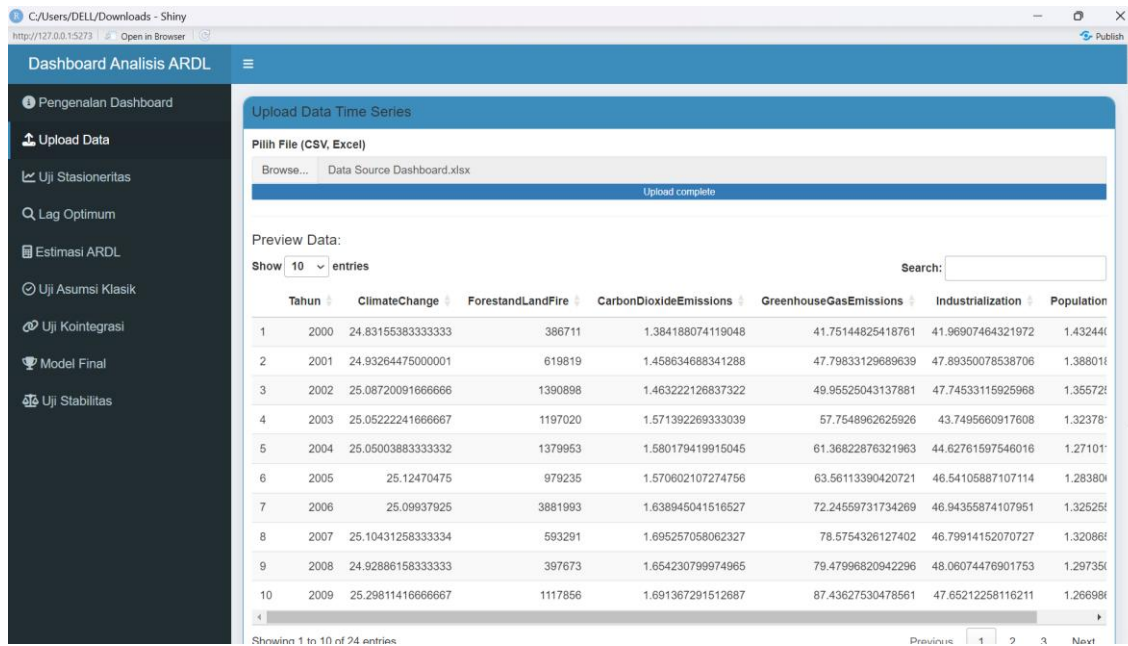
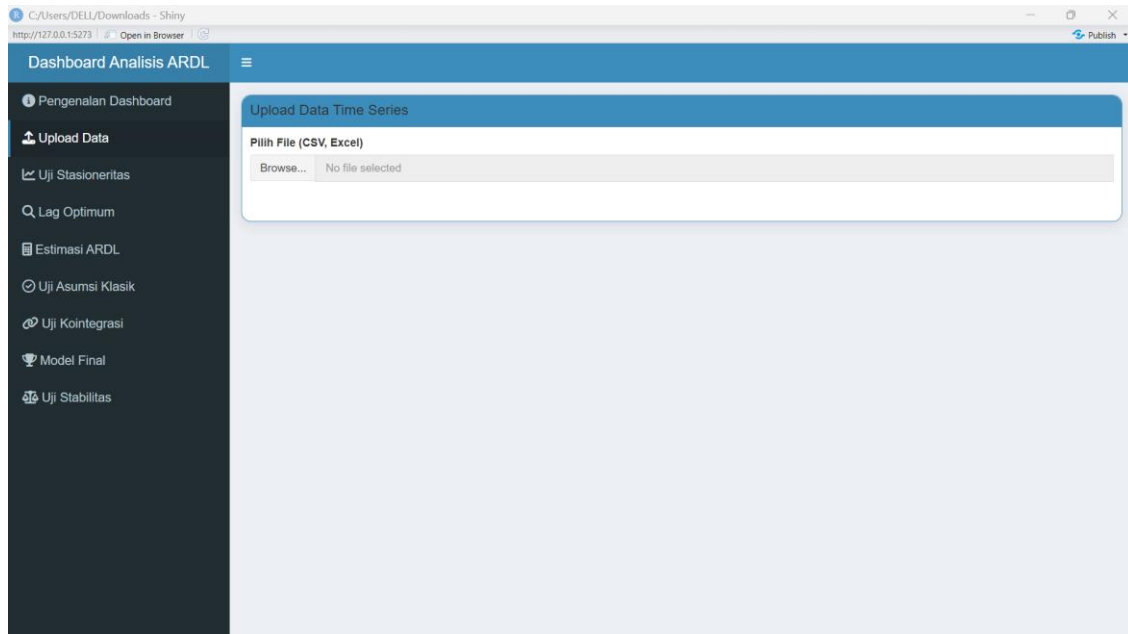


HALAMAN UTAMA

A. Upload Data



The screenshot shows the ARDL dashboard interface. On the left, there is a dark sidebar. The main area contains two dropdown menus for variable selection. The 'Pilih Kolom Tanggal:' dropdown is set to 'Tahun'. The 'Pilih Variabel Independen:' section has checkboxes for 'Tahun', 'ClimateChange', 'ForestandLandFire', 'CarbonDioxideEmissions', 'GreenhouseGasEmissions', 'Industrialization', and 'PopulationGrowth'. The 'Pilih Variabel Dependen:' dropdown is set to 'ClimateChange'. Below these is a blue 'Proses Data' button. At the bottom, a green header 'Ringkasan Data' is followed by a table of statistical data.

Tahun	ClimateChange	ForestandLandFire	CarbonDioxideEmissions	GreenhouseGasEmissions	Industrialization
Min. :2000	Min. :24.83	Min. :165484	Min. :1.384	Min. :41.75	Min. :38.24
1st Qu.:2006	1st Qu.:25.10	1st Qu.:394932	1st Qu.:1.624	1st Qu.:70.07	1st Qu.:40.00
Median :2012	Median :25.30	Median :616980	Median :1.886	Median :119.78	Median :42.71
Mean :2012	Mean :25.28	Mean :978758	Mean :1.871	Mean :112.57	Mean :43.08
3rd Qu.:2017	3rd Qu.:25.44	3rd Qu.:1242753	3rd Qu.:2.044	3rd Qu.:146.94	3rd Qu.:46.61
Max. :2023	Max. :25.77	Max. :3881993	Max. :2.399	Max. :202.24	Max. :48.06

PopulationGrowth
Min. :0.7046
1st Qu.:1.0092
Median :1.2638
Mean :1.1572
3rd Qu.:1.3032
Max. :1.4324

Menu Upload Data merupakan langkah awal dalam penggunaan dashboard ARDL. Pada menu ini, pengguna dapat mengunggah dataset yang akan dianalisis, dengan format file .xlsx (Excel). Dataset yang digunakan harus berupa data deret waktu tahunan, triwulanan, atau bulanan yang berisi variabel-variabel terkait perubahan iklim dan faktor-faktor penyebabnya.

Setelah proses unggah berhasil, dashboard akan secara otomatis menampilkan tabel preview yang memuat seluruh isi dataset. Tabel ini memungkinkan pengguna untuk memverifikasi bahwa data berhasil dimuat dengan benar serta memastikan nama kolom dan struktur data telah sesuai dengan format yang diharapkan.

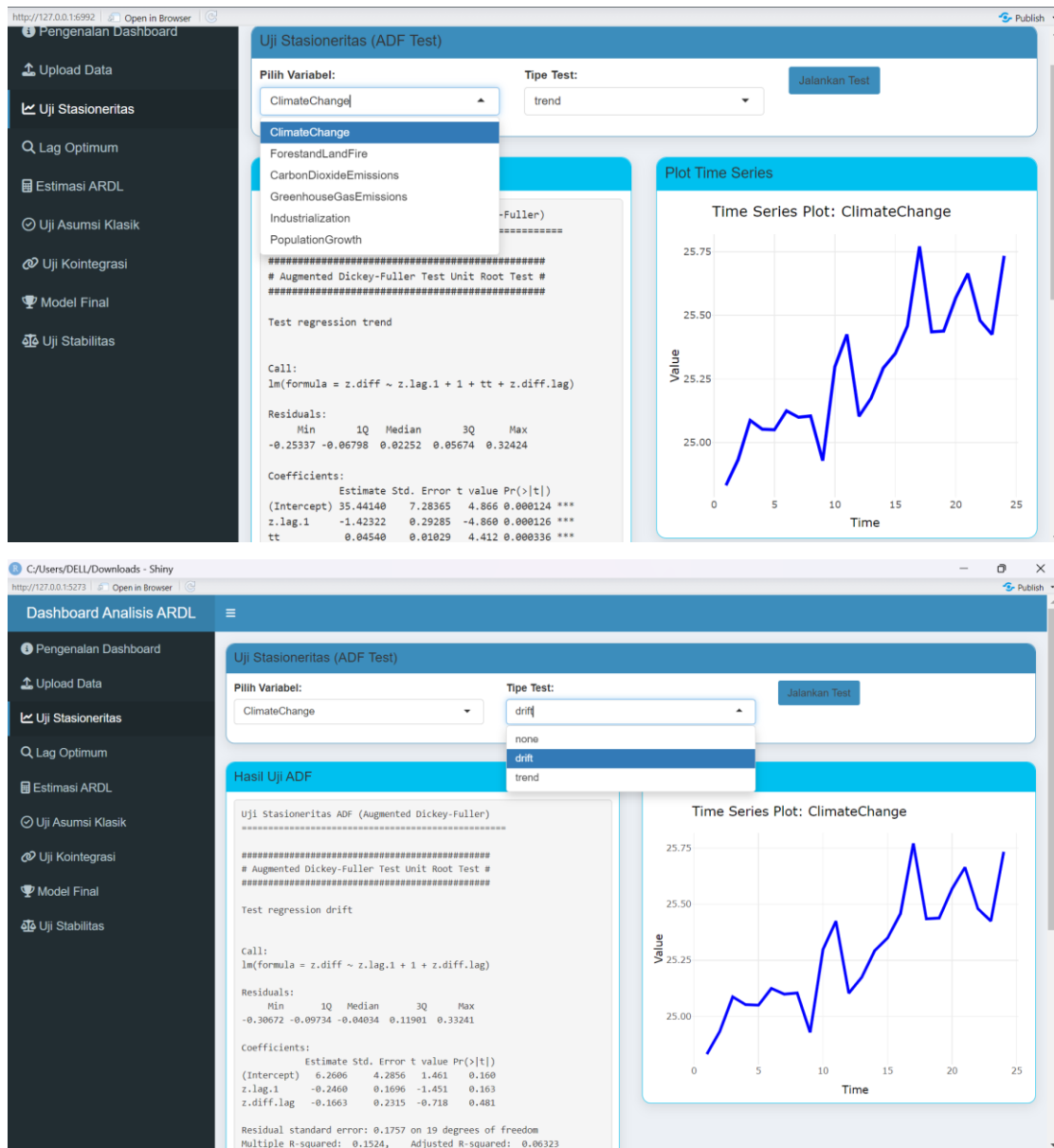
Selanjutnya, pengguna dapat melakukan pemilihan variabel untuk proses analisis, yang terdiri dari:

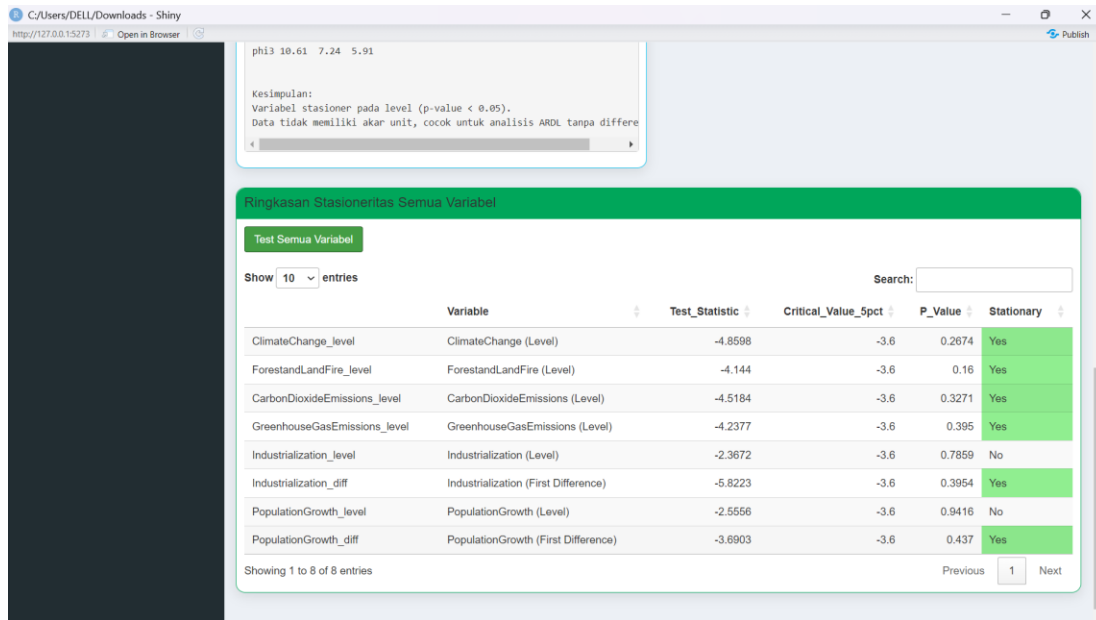
- Variabel Dependen (Y): variabel utama yang ingin dianalisis atau dipengaruhi oleh faktor lain (misalnya indikator perubahan iklim),
- Variabel Independen (X1, X2, dst.): variabel-variabel yang diduga memengaruhi variabel dependen (seperti emisi karbon, pertumbuhan industri, deforestasi, dll)

Sebagai tambahan, dashboard juga menyediakan fitur Ringkasan Data (Data Summary) untuk memberikan gambaran umum karakteristik awal data. Ringkasan ini mencakup informasi statistik deskriptif untuk setiap variabel terpilih, termasuk nilai minimum, maksimum, rata-rata

(mean), standar deviasi, dan jumlah observasi (n). Fitur ini sangat membantu untuk mengidentifikasi potensi nilai ekstrem, anomali, atau missing values yang perlu diperhatikan sebelum analisis lebih lanjut dilakukan.

B. Uji Stasioneritas





Menu Uji Stasioneritas digunakan untuk memeriksa apakah suatu variabel dalam data deret waktu bersifat stasioner atau tidak. Stasioneritas adalah syarat penting dalam analisis time series, karena banyak model statistik mengasumsikan bahwa data yang dianalisis tidak memiliki pola tren atau fluktuasi varians yang berubah-ubah seiring waktu. Jika data tidak stasioner, maka hasil estimasi model dapat menjadi bias atau tidak valid.

Pengguna dapat memilih satu atau beberapa variabel dari dataset untuk dilakukan uji stasioneritas. Fitur ini memudahkan analisis selektif jika pengguna ingin menguji variabel tertentu terlebih dahulu. Tersedia juga tiga opsi model dalam Augmented Dickey-Fuller (ADF) Test yaitu

- none: tanpa konstanta atau tren,
- drift (with constant): mengandung konstanta,
- trend: mengandung konstanta dan tren deterministik.

Pemilihan ini penting karena hasil uji ADF dapat berbeda tergantung pada struktur deterministik dalam data.

Setelah pengujian dilakukan, sistem akan menampilkan ringkasan hasil berupa nilai ADF statistic, p-value, Critical values (1%, 5%, 10%), serta kesimpulan yang menjelaskan apakah variabel stasioner atau tidak pada level signifikansi tertentu. Adapun terdapat ringkasan hasil yang ditampilkan dalam bentuk tabel untuk semua variabel yang diuji, sehingga pengguna dapat

dengan mudah membandingkan hasil antar variabel dan menentukan perlakuan selanjutnya dalam proses analisis.

C. Lag Optimum

Dashboard Analisis ARDL

Penentuan Lag Optimum

Maksimum Lag: 2

Kriteria Informasi: AIC

Pilih Lag Optimum

Hasil Seleksi Lag

Hasil Seleksi Lag Optimum

	1	2
AIC(n)	13.49624	1.303068e+01
HQ(n)	13.98691	1.394192e+01
SC(n)	15.57914	1.689892e+01
FPE(n)	833623.33113	1.313896e+06

Kesimpulan:
Lag optimum berdasarkan AIC adalah 2.
Gunakan lag ini untuk panduan estimasi model ARDL.

Lag merujuk pada jumlah periode waktu sebelumnya yang dimasukkan sebagai prediktor dalam model regresi deret waktu. Dalam konteks model ARDL, penentuan lag optimum merupakan langkah krusial yang harus dilakukan sebelum estimasi model, karena jumlah lag yang digunakan akan memengaruhi hasil analisis secara signifikan. Pemilihan lag yang tepat penting untuk menangkap dinamika jangka pendek dan jangka panjang dengan akurat, menghindari overfitting akibat terlalu banyak lag, dan meningkatkan validitas statistik dari model ARDL yang dibangun

Pada menu ini, pengguna dapat menentukan nilai lag maksimum (misalnya 3, 5, atau 10) sebagai batas atas jumlah lag yang akan dipertimbangkan oleh sistem. Selanjutnya, sistem akan secara otomatis menghitung dan mengevaluasi seluruh kombinasi lag dari 0 hingga maksimum yang ditentukan, untuk masing-masing variabel dalam model. Selain itu, pengguna juga diberikan opsi untuk memilih kriteria informasi yang akan digunakan dalam memilih model terbaik. Tersedia tiga jenis kriteria informasi yang umum digunakan:

- AIC (Akaike Information Criterion): cenderung memilih model yang lebih kompleks,

- BIC (Bayesian Information Criterion): lebih konservatif, cenderung memilih model yang lebih sederhana,
- HQ (Hannan–Quinn Criterion): menjadi kompromi antara AIC dan BIC.

D. Estimasi ARDL

The screenshot displays the 'Dashboard Analisis ARDL' interface. The left sidebar contains navigation options: 'Pengenalan Dashboard', 'Upload Data', 'Uji Stasioneritas', 'Lag Optimum', 'Estimasi ARDL' (selected), 'Uji Asumsi Klasik', 'Uji Kointegrasi', 'Model Final', and 'Uji Stabilitas'. The main panel shows the 'Estimasi Model ARDL (Case 3: Unrestricted Intercept, No Trend)' section. A text input field for 'Maksimum Lag untuk Semua Variabel:' is set to '2', with a button for 'Estimasi Model ARDL (Auto Lag Selection)'. Below this, the 'Hasil Estimasi ARDL' section displays the following information:

Estimasi Model ARDL (Auto Lag Selection, Case 3: Unrestricted Intercept, No Trend)

=====

Ringkasan Pencarian Model ARDL Otomatis:

	Length	Class	Mode
best_model	19	dynlm	list
best_order	6	-none-	numeric
top_orders	7	data.frame	list

Ringkasan Model ARDL Terbaik:

Time series regression with "ts" data:
Start = 2, End = 24

Call:
dynlm::dynlm(formula = full_formula, data = data, start = start, end = end)

Residuals:

	Min	1Q	Median	3Q	Max
	-0.12996	-0.05319	-0.01070	0.05891	0.17619

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	3.219e+01	5.814e+00	5.536	7.33e-05 ***
L(ClimateChange, 1)	-1.381e-01	2.110e-01	-0.654	0.5236
ForestandLandFire	1.277e-08	2.762e-08	0.462	0.6510
L(ForestandLandFire, 1)	4.130e-08	2.886e-08	1.431	0.1743
CarbonDioxideEmissions	-1.888e+00	7.128e-01	-2.648	0.0191 *
GreenhouseGasEmissions	1.393e-02	4.836e-03	2.880	0.0121 *
Industrialization	-5.021e-02	1.752e-02	-2.865	0.0125 *
L(Industrialization, 1)	2.165e-02	1.321e-02	1.639	0.1235
PopulationGrowth	-2.246e-01	2.905e-01	-0.773	0.4523

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.1053 on 14 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0.8848, Adjusted R-squared: 0.8189
F-statistic: 13.43 on 8 and 14 DF, p-value: 2.357e-05

Kesimpulan:
R-squared: 0.8848, Adjusted R-squared: 0.8189
Model memiliki daya jelas yang baik.
Periksa signifikansi koefisien dan lakukan uji asumsi klasik untuk validasi.

Ringkasan Residual:

	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
	-0.12996	-0.05319	-0.01070	0.00000	0.05891	0.17619

Menu Estimasi Model ARDL merupakan inti dari dashboard ini, di mana pengguna dapat membangun dan menampilkan model ARDL (Autoregressive Distributed Lag) berdasarkan variabel-variabel yang telah dipilih sebelumnya. Model ARDL sangat berguna untuk menganalisis hubungan antara variabel dependen dan sejumlah variabel independen, baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang. Keunggulan ARDL adalah kemampuannya

mengakomodasi variabel dengan tingkat stasioneritas yang berbeda, yaitu stasioner di level ($I(0)$) dan stasioner setelah diferensiasi satu kali ($I(1)$).

Dalam menu ini, pengguna dapat menentukan lag maksimum untuk seluruh variabel dalam model. Berdasarkan input tersebut, sistem akan secara otomatis mengevaluasi berbagai kombinasi lag dan memilih kombinasi lag optimal untuk setiap variabel (baik Y maupun X) menggunakan kriteria informasi yang telah ditentukan sebelumnya (AIC, BIC, atau HQ). Penentuan lag yang tepat sangat penting untuk menjaga keseimbangan antara kesederhanaan model dan ketepatan estimasi, serta untuk menghindari underfitting maupun overfitting.

Setelah estimasi selesai dilakukan, dashboard akan menampilkan ringkasan model ARDL yang mencakup:

- Nilai koefisien regresi untuk setiap variabel dan lag-nya,
- Nilai R-squared dan Adjusted R-squared sebagai ukuran kecocokan model,
- Nilai F-statistic dan p-value sebagai indikator signifikansi keseluruhan model,
- Nilai p-value individual untuk setiap variabel dalam model,
- Serta kriteria informasi dari model terbaik yang dipilih sistem.

Ringkasan ini memberikan gambaran menyeluruh bagi pengguna untuk mengevaluasi struktur dan kualitas model ARDL yang telah dibentuk sebelum melanjutkan ke tahap analisis lanjutan.

E. Uji Asumsi Klasik



Setelah model ARDL terbentuk, langkah penting selanjutnya adalah melakukan uji asumsi klasik untuk memastikan bahwa hasil regresi memenuhi syarat-syarat statistik yang mendasarinya. Uji ini bertujuan untuk memberikan keyakinan bahwa model dapat digunakan secara valid dalam prediksi maupun pengambilan keputusan. Selain itu, hasil uji ini juga membantu mengidentifikasi apakah model perlu ditransformasi atau dimodifikasi jika terdapat pelanggaran terhadap asumsi dasar.

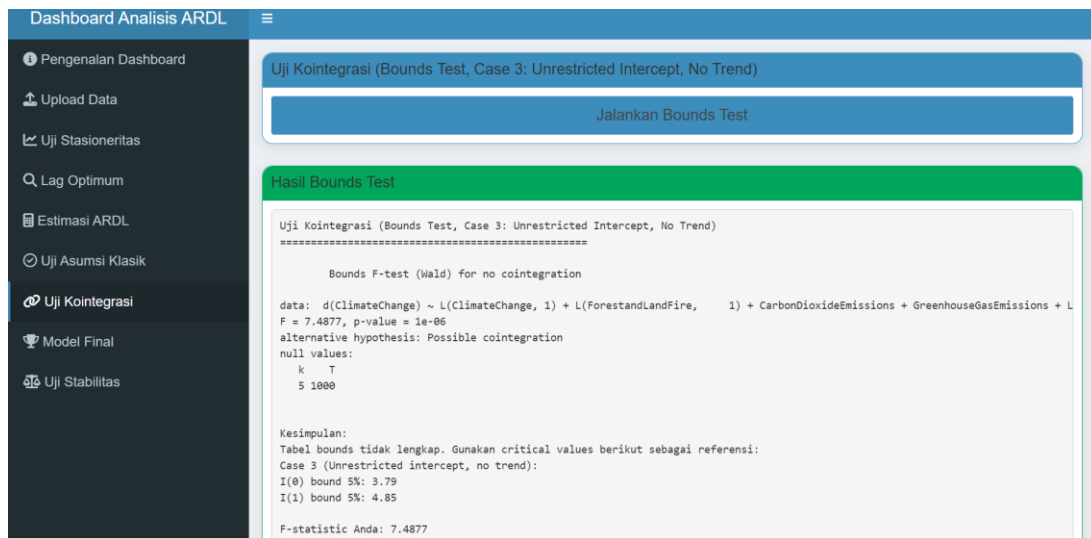
Menu ini menyediakan tiga jenis uji asumsi klasik utama, yaitu:

- Uji Normalitas, yang dilakukan menggunakan Jarque-Bera Test, berfungsi untuk mengevaluasi apakah distribusi residual (sisaan) dari model ARDL mendekati distribusi normal.
- Uji Homoskedastisitas, yang menggunakan Breusch-Pagan Test, bertujuan menguji apakah varians residual bersifat konstan (homoskedastis) atau justru mengalami perubahan (heteroskedastis) yang dapat memengaruhi reliabilitas model.
- Uji Autokorelasi, dilakukan menggunakan Breusch-Godfrey Test, digunakan untuk memeriksa apakah residual saling berkorelasi antar waktu, yang jika terjadi dapat menandakan adanya pelanggaran asumsi independensi residual.

Selain uji statistik, dashboard juga menyediakan dua visualisasi penting untuk mendukung interpretasi hasil:

- Plot Residual, yaitu grafik yang menunjukkan pola residual terhadap waktu atau terhadap nilai yang diprediksi (fitted values). Plot ini membantu mendeteksi adanya pola sistematis dalam residual yang dapat mengindikasikan ketidaktepatan spesifikasi model.
- QQ Plot (Quantile-Quantile Plot), digunakan untuk memvisualisasikan apakah residual mengikuti distribusi normal. Jika titik-titik pada grafik mengikuti garis diagonal, maka dapat disimpulkan bahwa residual mendekati distribusi normal.

F. Uji Kointegrasi



Uji Kointegrasi dilakukan setelah model ARDL terbentuk, dengan tujuan untuk mengetahui apakah terdapat hubungan jangka panjang antara variabel dependen dan variabel-variabel independen dalam model. Kehadiran kointegrasi mengindikasikan bahwa meskipun variabel-variabel tersebut bersifat tidak stasioner secara individu, kombinasi linier dari variabel-variabel tersebut tetap stasioner sehingga menunjukkan adanya keseimbangan jangka panjang di antara mereka.

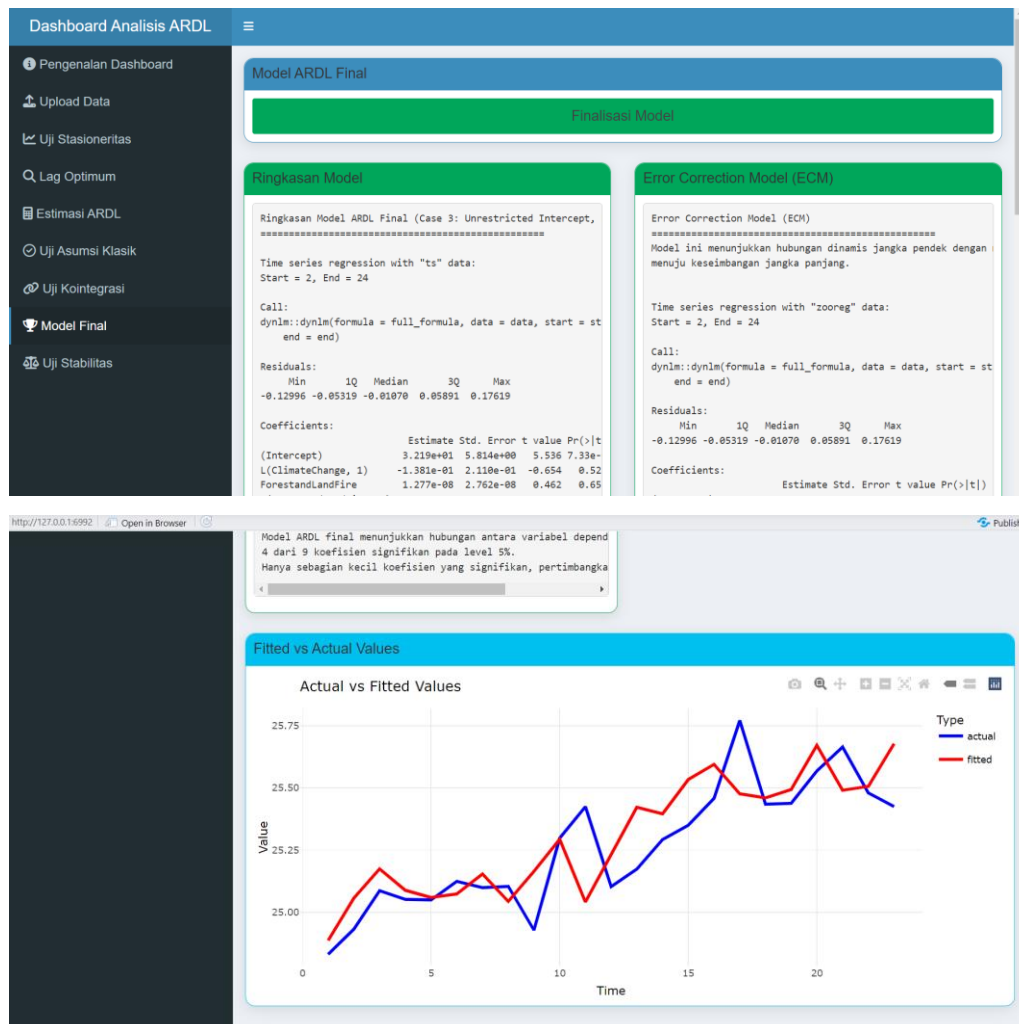
Dalam dashboard ini, uji kointegrasi dilakukan menggunakan pendekatan Bound Test, yaitu metode yang dikembangkan oleh Pesaran et al. Bound Test bekerja dengan menguji signifikansi dari F-statistic hasil estimasi model ARDL. F-statistic tersebut kemudian dibandingkan dengan nilai kritis pada level signifikansi tertentu. Interpretasi hasilnya adalah:

- Jika F-statistic lebih besar dari batas atas (upper bound) → terdapat kointegrasi
- Jika F-statistic lebih kecil dari batas bawah (lower bound) → tidak ada kointegrasi
- Jika berada di antara kedua batas tersebut → hasil inconklusif

Model yang digunakan dalam dashboard ini mengacu pada Case 3 dari spesifikasi Bound Test, yaitu model dengan intercept (konstanta) tanpa tren deterministik. Spesifikasi ini umum digunakan dalam berbagai studi ekonomi dan lingkungan, terutama saat data tidak menunjukkan tren tetap yang signifikan, namun tetap berfluktuasi di sekitar nilai rata-ratanya.

Dengan demikian, fitur uji kointegrasi ini memberikan landasan penting untuk menentukan apakah analisis dapat dilanjutkan ke model jangka panjang dan model koreksi kesalahan (ECM) secara valid.

G. Model Final



Setelah proses pemilihan variabel, estimasi model ARDL, dan uji kointegrasi dilakukan, dashboard menyediakan tampilan Model Final yang menunjukkan hasil akhir dari model ARDL terbaik. Model ini dipilih berdasarkan kombinasi lag optimal serta pemenuhan terhadap asumsi-asumsi statistik yang diperlukan. Menu ini bertujuan untuk memberikan gambaran menyeluruh terhadap performa model yang dihasilkan, baik dari sisi statistik maupun visualisasi, sehingga

dapat menjadi dasar pertimbangan bagi pengguna dalam pengambilan keputusan atau kebijakan berbasis data.

Dalam menu ini, ditampilkan Ringkasan Model Final yang mencakup informasi utama dari model ARDL terbaik, antara lain:

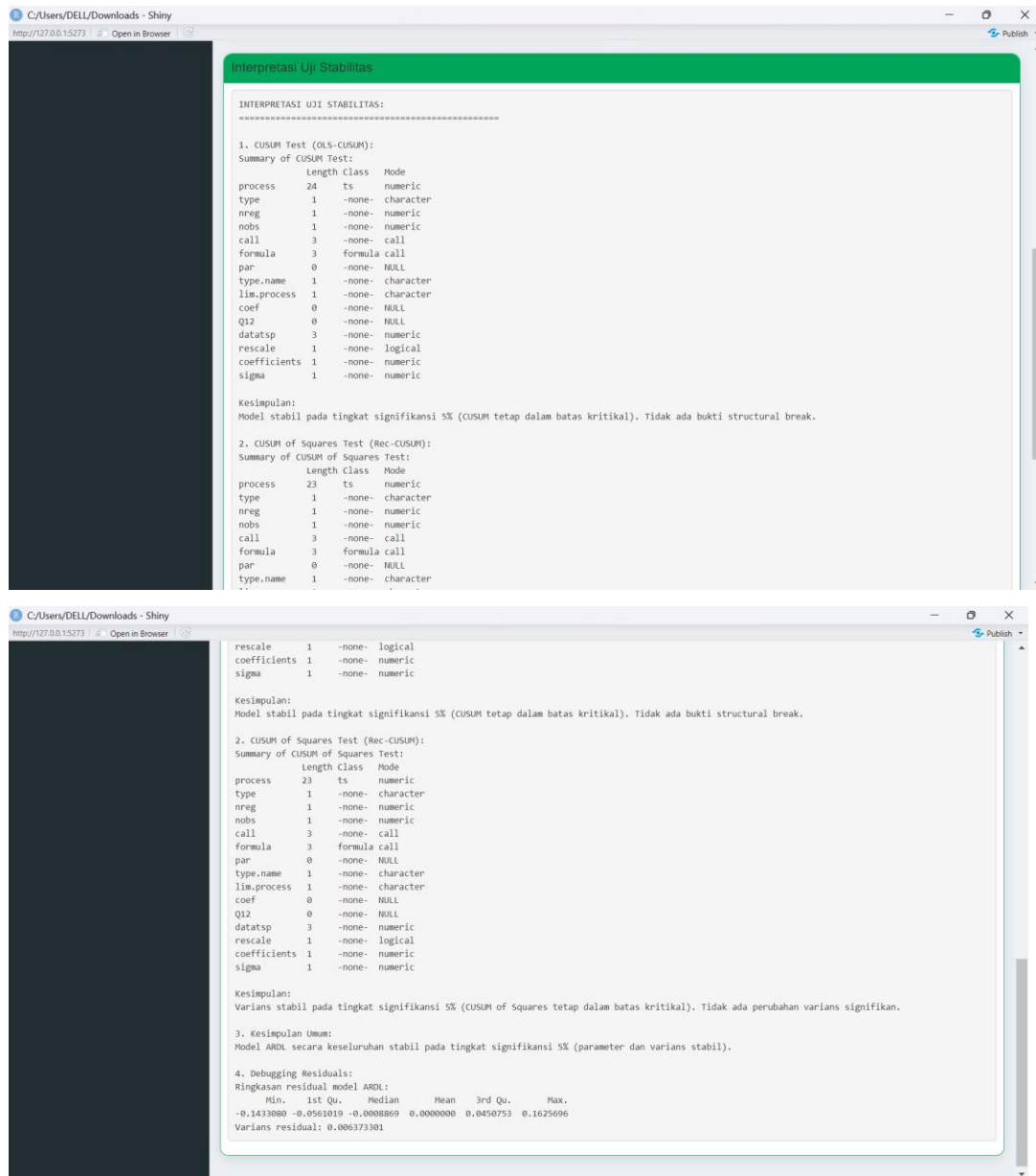
- Koefisien regresi untuk masing-masing variabel dan lagnya,
- Nilai R-squared dan Adjusted R-squared sebagai ukuran goodness of fit,
- Nilai F-statistic dan p-value sebagai indikator signifikansi keseluruhan model.

Ringkasan ini sangat membantu pengguna dalam mengevaluasi kontribusi masing-masing variabel terhadap variabel dependen, baik dalam hubungan jangka pendek maupun jangka panjang.

Selain ringkasan statistik, dashboard juga menampilkan grafik perbandingan antara nilai aktual (observed) dari variabel dependen dengan nilai fitted (prediksi) yang dihasilkan oleh model ARDL final. Grafik ini berfungsi sebagai alat visualisasi untuk menilai akurasi prediksi model. Jika garis fitted mengikuti pola dari nilai aktual dengan baik, maka hal ini menunjukkan bahwa model memiliki performa prediktif yang kuat.

H. Uji Stabilitas





Menu Uji Stabilitas digunakan untuk memeriksa apakah parameter dan varians dari model ARDL tetap stabil sepanjang periode pengamatan. Stabilitas model merupakan syarat penting agar hasil estimasi dapat diandalkan, baik untuk tujuan prediksi maupun interpretasi. Model yang stabil akan lebih cocok digunakan untuk pengambilan keputusan jangka panjang karena menunjukkan konsistensi dalam menjelaskan hubungan antar variabel.

Dashboard ini menyediakan dua jenis uji stabilitas yang umum digunakan, yaitu CUSUM Test dan CUSUM of Squares Test. Kedua uji ini disertai dengan visualisasi grafik, sehingga pengguna dapat dengan mudah menginterpretasikan hasilnya. Pengguna juga dapat menentukan

tingkat signifikansi (misalnya 5% atau 1%) sebagai batas kepercayaan dalam pengujian. Tingkat signifikansi ini akan digunakan untuk menentukan batas kritis (confidence bands) yang ditampilkan pada grafik.

CUSUM Test (Stabilitas Parameter) digunakan untuk mendeteksi apakah koefisien regresi dalam model mengalami perubahan signifikan sepanjang waktu. Grafik CUSUM menunjukkan apakah parameter model stabil: jika garis uji berada di dalam batas kritis, maka model dianggap stabil. Sebaliknya, jika garis melampaui batas tersebut, maka terdapat indikasi instabilitas parameter.

CUSUM of Squares Test (Stabilitas Varians) digunakan untuk menguji apakah varians residual (error) tetap konstan dari waktu ke waktu. Uji ini penting untuk mendeteksi adanya perubahan struktural atau heteroskedastisitas waktu, yang dapat memengaruhi validitas model dalam jangka panjang.

Dengan adanya kedua uji ini, pengguna dapat mengevaluasi ketahanan model ARDL terhadap perubahan data dan memastikan bahwa model yang digunakan benar-benar representatif untuk keseluruhan periode analisis.