

Petunjuk Penggunaan Aplikasi *Pelanduk*

versi 0.1

Ditulis oleh

Abdur Rohman, Ph.D

Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Jember

Retno Utami Agung Wiyono, Ph.D

Program Studi Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember

2024

Daftar Isi

Daftar Isi.....	2
Prakata.....	3
1. Tentang Aplikasi Pelanduk.....	4
Nama Pelanduk.....	4
Fungsi-Fungsi yang Dijalankan Pelanduk.....	4
Teknologi yang Digunakan Pelanduk.....	5
Lisensi Pelanduk.....	6
2. Ringkasan Cara Menggunakan Pelanduk.....	7
3. Tata Cara Instalasi R dan Pelanduk di Komputer.....	9
Tata Cara Install R dan Pelanduk pada Windows.....	9
Tata Cara Install R dan Pelanduk pada macOS.....	11
4. Tata Cara Membuat File Excel Data Penduduk.....	13
5. Tata Cara Pengaturan Model dan Unduh File Hasil Pemodelan.....	14
6. Berbagai Kemungkinan Error.....	17
7. Hubungi Kami.....	17
8. Daftar Pustaka.....	18

Prakata

Dengan nama Allah Yang Maha Pemurah dan Maha Penyayang. Segala puji bagi Allah, Tuhan semesta alam. Shalawat dan salam semoga Allah curahkan untuk Nabi Muhammad dan mereka yang meneladani beliau.

Para pembaca yang terhormat, ini adalah buku kecil berisi petunjuk penggunaan sebuah aplikasi perangkat lunak yang kami beri nama **Pelanduk**. Aplikasi ini kami buat untuk membantu masyarakat khususnya para mahasiswa dan dosen di Indonesia untuk menerapkan pemodelan matematika pada data penduduk suatu wilayah yang bersumber dari BPS. Aplikasi ini memudahkan pengguna untuk mendapatkan sebuah model (dari beberapa kandidat model) yang paling sesuai dengan data penduduk di masa lalu. Selanjutnya, aplikasi ini membantu pengguna dalam menggunakan model terbaik itu untuk melakukan proyeksi penduduk untuk tahun-tahun tertentu di masa depan.

Versi 0.1 yang kami terbitkan ini adalah versi paling awal (*beta version*), yang meskipun sudah kami uji coba, tentunya masih mengandung banyak kekurangan. Oleh karena itu, kami sangat mengharapkan saran perbaikan dari para penggunanya.

Kami ucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu kami dalam membuat aplikasi ini, terutama kepada para pengembang bahasa pemrograman R, para pengembang paket Shiny dan paket-paket R lainnya. Kami ucapkan terima kasih secara istimewa kepada adik kami tercinta Ham, yang membantu menguji coba aplikasi ini di MacOS dan selalu memberi motivasi kami. Kami ucapkan terima kasih juga kepada para mahasiswa dan para dosen di Prodi Teknik Lingkungan dan prodi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember yang terus memberi kami motivasi dalam pengembangan aplikasi ini.

Jember, 24 Juni 2024

Abdur Rohman dan Retno Utami Agung Wiyono

1. Tentang Aplikasi *Pelanduk*

Pelanduk adalah sebuah aplikasi berbasis bahasa pemrograman R (R Core Team, 2024) yang berfungsi untuk menerapkan pemodelan matematika pada data penduduk yang bersumber dari Badan Pusat Statistik (BPS). *Pelanduk* dapat digunakan untuk melakukan proyeksi penduduk pada tahun tertentu di masa depan berdasarkan sebuah model yang paling sesuai dengan data penduduk di masa lalu. *Pelanduk* dikembangkan oleh Abdur Rohman (sebagai pengembang dan pemelihara aplikasi) dan Retno Utami Agung Wiyono (sebagai kontributor aplikasi dan penulis buku petunjuk).

Nama *Pelanduk*

Nama *Pelanduk* adalah akronim dari *Pemodelan Data Penduduk* sekaligus nama dari seekor binatang yang lincah. *Pelanduk kancil* dan *pelanduk napu* merupakan dua jenis satwa di antara satwa-satwa yang dilindungi di Indonesia berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan nomor 20 tahun 2018.

Fungsi-Fungsi yang Dijalankan *Pelanduk*

Aplikasi *Pelanduk* menjalankan fungsi-fungsi sebagai berikut

- a. *Pelanduk* membaca file Microsoft Excel®¹ dengan ekstensi .xlsx dan menyajikan tabel data penduduk di dalamnya. *Pelanduk* mengurutkan **tahun** dulu sebelum menampilkan data.
- b. *Pelanduk* memilah data penduduk menjadi Data Latih dan Data Uji dengan persentase data uji yang ditentukan oleh pengguna. Misalnya data penduduk mengandung 5 baris data, yaitu tahun 1980, 1990, 2000, 2010, dan 2020. Misalkan pengguna menentukan bahwa persentase data uji adalah 20%, maka *Pelanduk* akan menggunakan 4 baris pertama sebagai Data Latih, dan 1 baris terakhir (data penduduk tahun 2020) sebagai Data Uji.
- c. *Pelanduk* menjalankan empat model matematika terhadap Data Latih untuk mendapatkan parameter-parameter terbaik dari setiap model. Empat model itu adalah model aritmatik, model geometrik, model eksponensial, dan model logistik. Penjelasan mengenai keempat model ini dan parameter-parameternya dapat ditemukan dalam Rohman (2024).

¹ Microsoft Excel merupakan sebuah produk berbayar dari Microsoft <https://www.microsoft.com/id-id/microsoft-365/excel>. Meski demikian, file dengan jenis ekstensi .xlsx dapat dihasilkan dari berbagai aplikasi gratis, di antaranya LibreOffice Calc (<http://libreoffice.org/>) dan Google Spreadsheets (<https://www.google.com/sheets/about/>). Pastikan kita menggunakan perangkat lunak secara legal.

Parameter terbaik adalah parameter model yang menghasilkan nilai jumlah kuadrat selisih (*residual sum of squares, RSS*) terkecil. Selisih dihitung dari data asli dikurangi data prediksi model.

- d. Pelanduk memilih satu model terbaik dari empat model tersebut. Caranya dengan menghasilkan prediksi jumlah penduduk dari setiap model untuk tahun yang menjadi tahun data uji (dalam contoh di atas 2020). Semua prediksi itu kemudian dibandingkan dengan data jumlah penduduk dari BPS untuk tahun yang sama (dalam contoh di atas: data penduduk BPS untuk tahun 2020). Satu model yang menghasilkan nilai jumlah penduduk prediksi yang terdekat dengan jumlah penduduk BPS itu lalu dipilih sebagai model terbaik.
- e. Setelah mendapatkan satu jenis model terbaik dari Data Latih, Pelanduk kemudian menjalankan lagi (*rerun*) model yang jenisnya sama tapi kali ini dengan seluruh data (dalam contoh di atas: data tahun 1980 sampai dengan 2020). Dengan demikian, didapatkan parameter baru dari model terbaik itu.
- f. Dengan menggunakan model terbaik dengan parameter baru tersebut, Pelanduk melakukan proyeksi (atau bisa juga disebut prediksi) jumlah penduduk di tahun-tahun yang ditentukan oleh pengguna. Hasil proyeksi itu berupa perkiraan jumlah penduduk pada tahun tertentu dan interval prediksinya dengan tingkat kepercayaan 95%.
- g. Pelanduk menyajikan hasil proyeksi ini kepada pengguna dalam tiga bentuk, yaitu: tabel *spreadsheet*, gambar grafik, dan obyek R. Selain menampilkan tabel dan grafik, Pelanduk juga menyediakan menu untuk mengunduh ketiga jenis luaran tersebut.

Teknologi yang Digunakan Pelanduk

Aplikasi Pelanduk ditulis dengan bahasa pemrograman R (R Core Team, 2024) dan dapat dijalankan dengan R saja ataupun dengan aplikasi RStudio (Posit Team, 2024). Meski demikian, Pelanduk menggunakan paket-paket R yang menggunakan bahasa-bahasa pemrograman lain di antaranya C++ dan JavaScript. Pelanduk menggunakan paket-paket R sebagai berikut:

1. *Shiny* (Chang et al., 2024). Paket ini menghasilkan aplikasi website yang dapat dipasang pada sebuah server dan dijalankan banyak pengguna website sekaligus secara terpisah. Hanya saja, pada versi 0.1 ini, kami menyediakan Pelanduk sebagai sebuah kode yang dipasang pada sebuah komputer pengguna dan dijalankan sendiri oleh pengguna komputer tersebut melalui peramban (browser) di komputernya.
2. *openxlsx* (Schauberger, 2022)
3. *data.table* (Barret et al., 2024)

4. *bslib* (Siecert et al., 2024)
5. *minipack.lm* (Elzhov et al., 2023)
6. *ggplot2* (Wickham, 2016)
7. *investr* (Greenwell and Kabban, 2014)

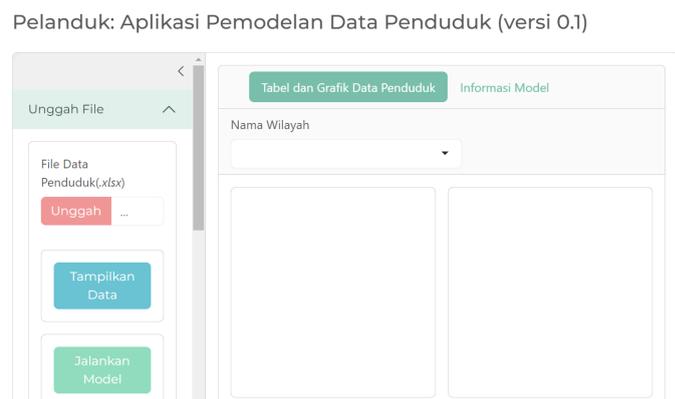
Lisensi Pelanduk

Kode program Pelanduk kami distribusikan dengan lisensi **Apache versi 2** dengan tambahan ketentuan bahwa penggunaannya tidak bertentangan dengan hukum yang berlaku di Indonesia. Secara ringkas, Pelanduk boleh digunakan secara gratis, bahkan untuk kepentingan komersial. Pengguna juga boleh mengubah sebagian kode Pelanduk untuk dikembangkan menjadi produknya sendiri asalkan dia menyertakan keterangan bahwa dia telah melakukan perubahan itu. Aplikasi Pelanduk ini kami sediakan tanpa garansi apapun sehingga risiko penggunaannya menjadi tanggung jawab pengguna. Ketentuan lengkap mengenai lisensi ini dapat dirujuk pada laman <https://www.apache.org/licenses/LICENSE-2.0>.

2. Ringkasan Cara Menggunakan Pelanduk

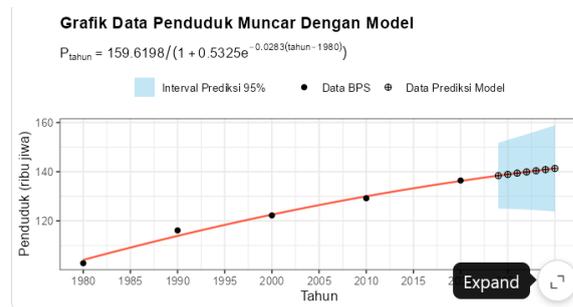
Secara ringkas, berikut ini langkah-langkah untuk menggunakan aplikasi Pelanduk (versi 0.1) untuk pengguna Windows dan macOS.

1. Unduh file installer R yang sesuai dengan sistem operasi pada komputer Anda melalui <https://cran.r-project.org/>.
2. Install R pada komputer Anda dengan klik semua tombol persetujuan (misalnya: OK, Agree, Next, Continue, Install).
3. Siapkan file Excel (.xlsx) yang berisi data penduduk. Setiap *sheet*-nya memuat kolom **tahun** dan **penduduk** (dengan huruf kecil) dan nama *sheet*-nya adalah nama wilayah. Isinya berupa angka saja tanpa teks.
4. Buka aplikasi R yang sudah terinstall di komputer Anda.
5. Pastikan komputer Anda terkoneksi internet, lalu tuliskan kode berikut ini pada R Console `source("https://unej.id/pelanduk01")` lalu tekan **enter** atau **return**. Tunggu hingga muncul tampilan seperti ini:

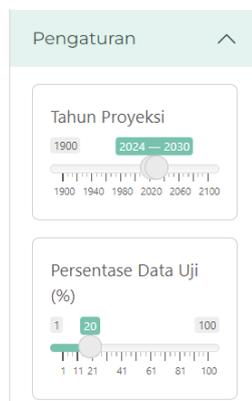


Biarkan sesi R tetap terbuka selama menggunakan aplikasi Pelanduk ini.

6. Unggah file Excel dengan format sesuai dengan template yang berisi data penduduk dengan klik tombol **Unggah** lalu klik **Tampilkan Data** dan **Jalankan Model**. Pelanduk akan menampilkan tabel dan gambar grafik. Untuk gambar grafik, Anda bisa klik Expand untuk menampilkannya dalam layar penuh (*fullscreen*).



7. Anda dapat mengubah tahun proyeksi dan persentase data uji dengan menu **Pengaturan** di samping kiri.



Apabila Anda tidak mengaturnya, maka Pelanduk menggunakan nilai *default* 2024 – 2030 sebagai tahun proyeksi dan 20 sebagai persentase data uji.

8. Apabila Anda ingin melihat hasil pemodelan dari berbagai wilayah yang berbeda, klik kolom **Nama Wilayah**.
9. Apabila Anda ingin mengetahui nilai parameter tiap model, akurasi tiap model, dan nilai proyeksi penduduk tiap tahun, klik tab **Informasi Model**.
10. Apabila Anda ingin mengunduh tabel hasil pemodelan, klik tombol **Unduh Tabel(.xlsx)**. Apabila Anda ingin mengunduh gambar grafik hasil pemodelan penduduk, klik tombol **Unduh Gambar(.png)**. Apabila Anda ingin mengunduh obyek R yang dapat Anda olah kembali dengan program R Anda sendiri, klik tombol **Unduh Obyek R(.rds)**.
11. Apabila Anda ingin menutup aplikasi Pelanduk, klik tanda silang **X** di sudut kanan atas layar komputer Anda.
12. Apabila Anda ingin mengakhiri sesi R, Anda dapat mengklik tombol merah **STOP** di bagian atas menu. Lalu akan muncul pertanyaan apakah Anda akan menyimpan hasil. Anda bisa pilih Yes atau No, lalu aplikasi R tertutup. Kalau Anda pilih Cancel, aplikasi R tidak jadi ditutup.



3. Tata Cara Instalasi R dan Pelanduk di Komputer

Berikut ini adalah langkah-langkah install R pada operating system jenis Windows dan MacOS. Adapun Linux, kami sudah mencobanya dengan Linux Ubuntu, dan berhasil install R, tapi masih belum berhasil install paket-paket R yang diperlukan untuk Pelanduk.

Tata Cara Install R dan Pelanduk pada Windows

Dalam contoh ini digunakan Windows 11.

- 1) Unduh file installer R dari laman website <https://cran.r-project.org/> . Versi R yang kami sarankan adalah versi 4.4.0 atau yang lebih baru. Misalnya saat buku petunjuk ini kami tulis, versi terbaru adalah 4.4.1 yang tersedia di <https://cran.r-project.org/bin/windows/base/R-4.4.1-win.exe>

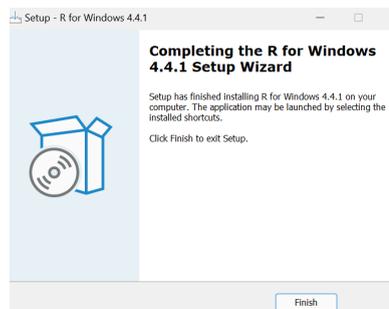
R-4.4.1 for Windows

[Download R-4.4.1 for Windows](#) (82 megabytes, 64 bit)

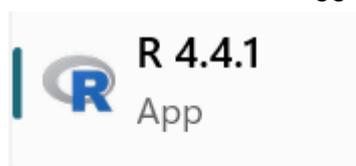
[README on the Windows binary distribution](#)

[New features in this version](#)

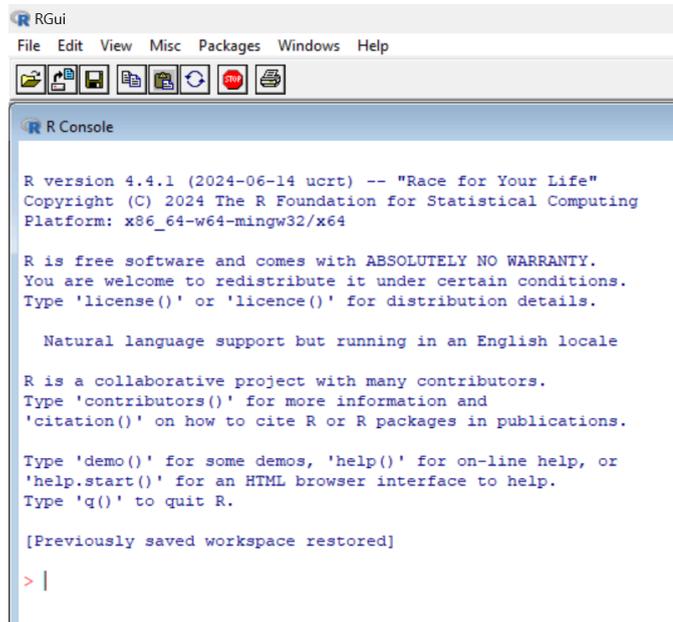
- 2) Setelah file installer terunduh, klik dua kali file installer tersebut. Lalu setuju semua petunjuknya dengan mengklik **Yes**, **Next**, lalu di akhir klik **Finish**.



- 3) Untuk membuka R, Anda dapat klik menu Start lalu mencarinya dengan kata kunci R 4.4.1 sehingga muncul ikon R seperti ini



- 4) Klik dua kali pada ikon tersebut sehingga muncul tampilan seperti ini. Laman yang nampak inilah yang disebut *Console*.



```
RGui
File Edit View Misc Packages Windows Help

R Console

R version 4.4.1 (2024-06-14 ucrt) -- "Race for Your Life"
Copyright (C) 2024 The R Foundation for Statistical Computing
Platform: x86_64-w64-mingw32/x64

R is free software and comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY.
You are welcome to redistribute it under certain conditions.
Type 'license()' or 'licence()' for distribution details.

Natural language support but running in an English locale

R is a collaborative project with many contributors.
Type 'contributors()' for more information and
'citation()' on how to cite R or R packages in publications.

Type 'demo()' for some demos, 'help()' for on-line help, or
'help.start()' for an HTML browser interface to help.
Type 'q()' to quit R.

[Previously saved workspace restored]

> |
```

- 5) Untuk menjalankan Pelanduk, pastikan dulu bahwa komputer Anda terhubung dengan jaringan internet, lalu ketikkan `source("https://unej.id/pelanduk01")` pada Console, lalu klik **Enter**.

```
> source("https://unej.id/pelanduk01") |
```

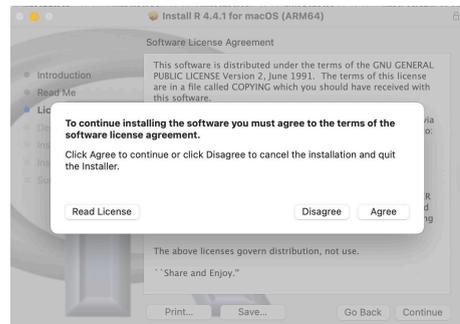
- 6) R akan menginstall sekitar 30 paket yang dibutuhkan untuk menjalankan Pelanduk. Durasi instalasi ini bervariasi, bergantung kepada ukuran komputer dan kekuatan koneksi internet. Dalam uji coba kami, dengan laptop yang memiliki RAM 8GB dan dengan kecepatan unduh lewat internet sekitar 5 Mbps, dibutuhkan waktu sekitar 5 menit untuk install seluruh paket. **Ini hanya untuk pertama kali install saja.** Pada penggunaan selanjutnya, dengan menjalankan kode yang sama `source("https://unej.id/pelanduk01")` dengan aplikasi R yang sama dibutuhkan waktu sekitar 10 detik saja untuk membuka aplikasi Pelanduk.

Tata Cara Install R dan Pelanduk pada macOS²

- 1) Unduh file installer pada laman <https://cran.r-project.org/> atau <https://cloud.r-project.org/> . Dalam contoh ini digunakan installer untuk macOS 11 yaitu <https://cloud.r-project.org/bin/macosx/big-sur-arm64/base/R-4.4.1-arm64.pkg>.
- 2) Setelah terunduh, klik dan setuju instruksi di dalamnya dengan klik **Continue**, **Agree**, dan **Install**. Apabila lancar, akan muncul pemberitahuan bahwa instalasi telah berhasil.



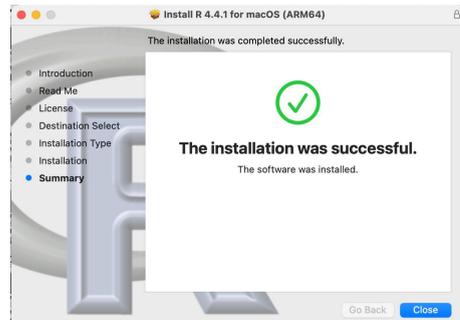
1



2



3



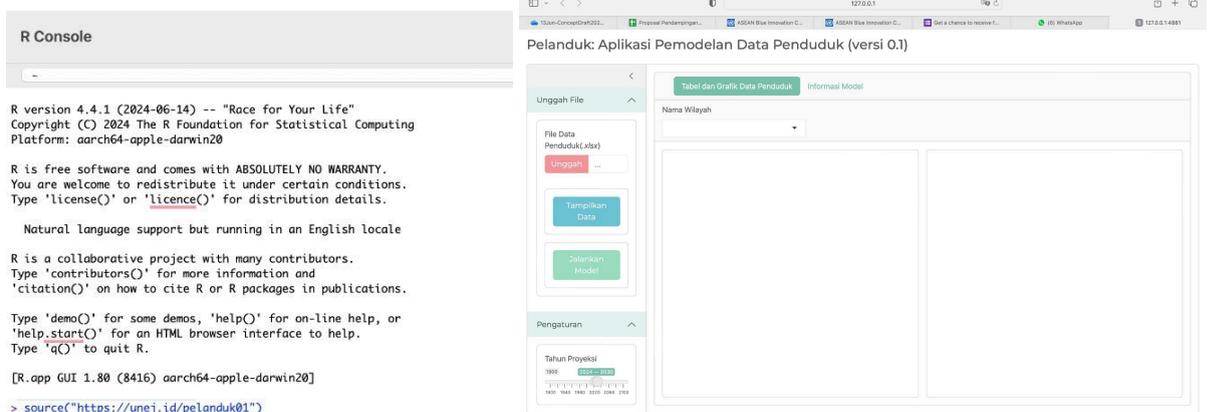
4

² Semua tangkapan layar di bagian macOS ini adalah sumbangan dari adik kami Ham.

- 3) Setelah instalasi R berhasil, Anda dapat membuka aplikasi R dengan mengklik launchpad atau memilih menu **Go** lalu submenu **Applications**. Klik logo R yang muncul di layar.



- 4) Untuk menggunakan aplikasi Pelanduk, pada Console R ketik `source("https://unej.id/pelanduk01")` lalu klik **return**. Tunggu beberapa menit sampai muncul laman aplikasi Pelanduk



4. Tata Cara Membuat File Excel Data Penduduk

Contoh file Excel (.xlsx) data penduduk yang akan diproyeksikan dapat diunduh dari tautan berikut: <https://unej.id/penduduk>

Setiap file terdiri atas beberapa sheet, dengan setiap sheet berisi data penduduk dari satu lokasi yang akan diproyeksikan, dan nama sheet adalah nama lokasi tersebut.

Contoh tampilan data template adalah sebagai berikut:

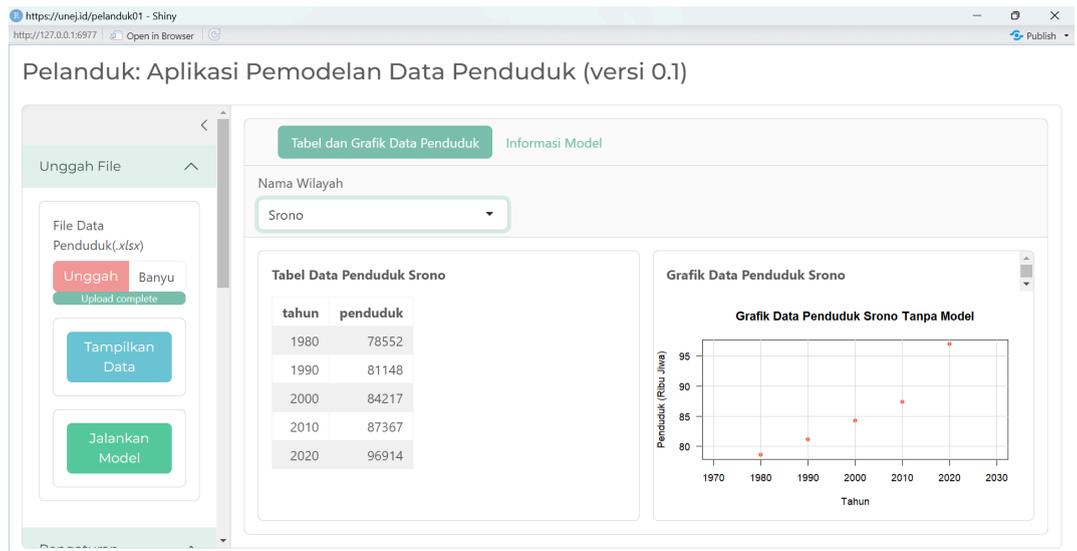
	A	B	C	D	E	F	G
1	tahun	penduduk					
2	1980	102804					
3	1990	116141					
4	2000	122238					
5	2010	129215					
6	2020	136425					
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							

Kolom A adalah tahun data, dengan cell A1 adalah header bertuliskan "**tahun**". Setiap baris selanjutnya pada kolom A adalah tahun data. Adapun kolom B adalah jumlah penduduk dengan cell B1 adalah header bertuliskan "**penduduk**". Setiap baris selanjutnya pada kolom B adalah jumlah penduduk. Isi kolom tahun dan penduduk selain header **harus angka saja tanpa ada teks** sama sekali (misalnya spasi atau teks). Contoh yang salah: **64 567** (dengan spasi) Contoh salah lain: **64567 jiwa** (dengan kata "jiwa"). Yang benar: **64567** (tanpa spasi dan tanpa teks).

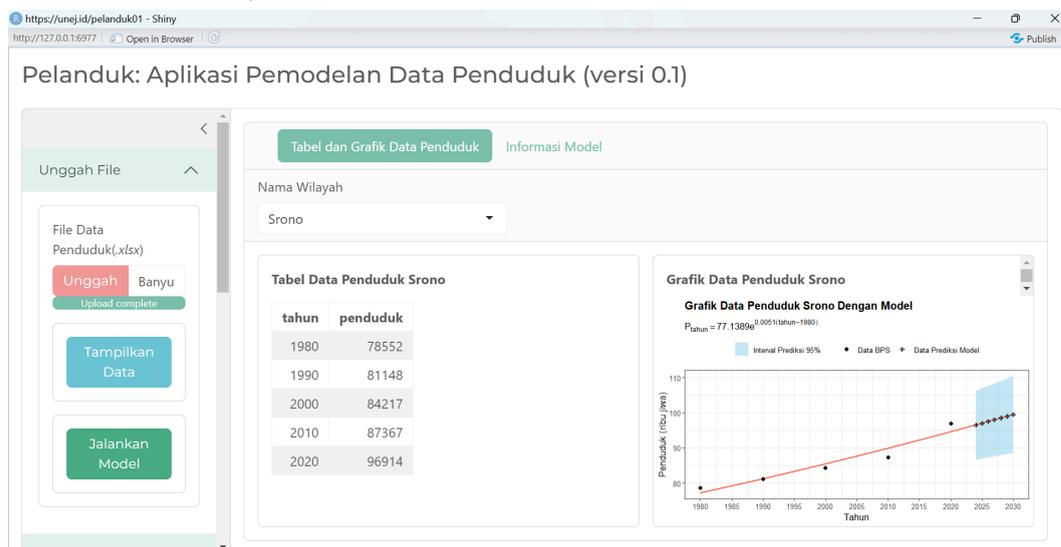
5. Tata Cara Pengaturan Model dan Unduh File Hasil Pemodelan

Tata cara pengaturan model adalah sebagai berikut:

1. Unggah File Excel data penduduk dengan klik **Unggah**.
2. Untuk menampilkan data, klik **Tampilkan Data**. Tunggu beberapa detik, tabel data dan grafik data penduduk tanpa model akan muncul.

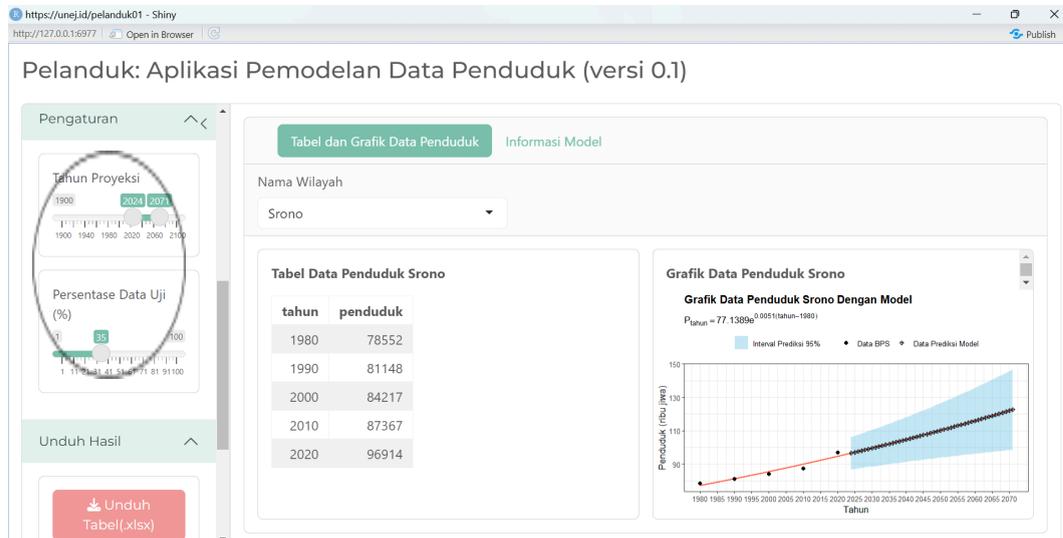


3. Kemudian, untuk menjalankan model, klik **Jalankan Model** sehingga akan muncul proyeksi penduduk di sisi kanan.



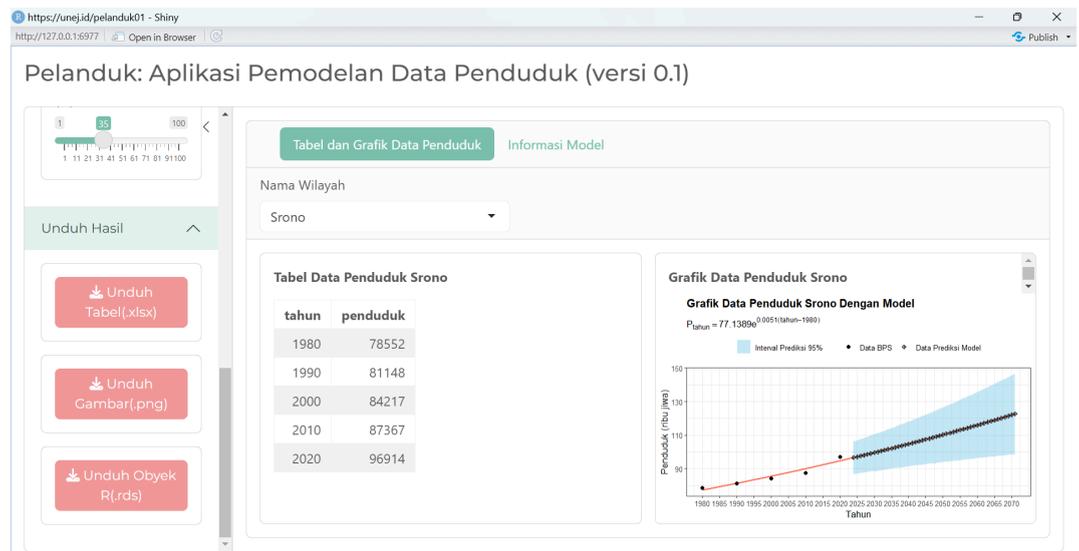
4. Pada bagian Pengaturan di sisi kiri, kita dapat memvariasikan seberapa lama dan kapan tahun proyeksi yang akan dimodelkan dengan menggeser tombol pada slider Tahun Proyeksi.

5. Persentase Data Uji juga dapat diubah dengan menggeser slider Persentase Data Uji.



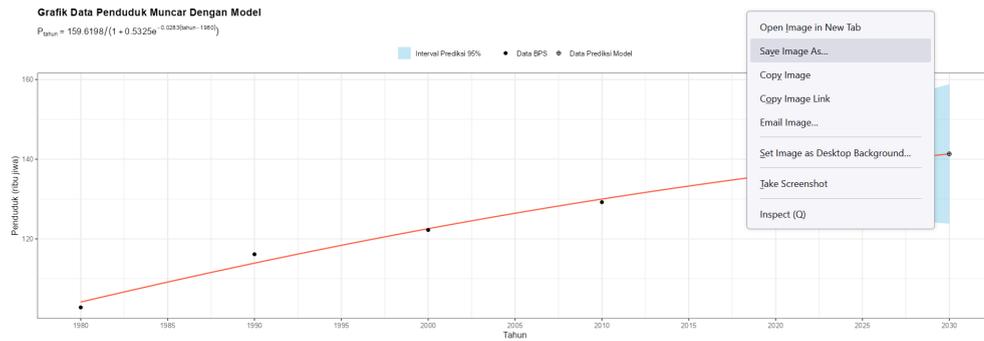
Persen Data Uji harus cukup besar sehingga menghasilkan jumlah baris uji paling sedikit 1 baris. Contohnya bila data penduduk yang digunakan memiliki 5 baris, maka persentase data uji minimal 20. Ini karena $20\% \times 5$ baris = 1 baris. Kalau data yang digunakan memiliki 10 baris, maka persentase data uji minimal 10%.

6. Untuk mengunduh file Tabel, klik **Unduh Tabel (.xlsx)**. Tunggu beberapa detik hingga file tabel spreadsheet (.xlsx) terunduh.



7. Untuk mengunduh Gambar, klik **Unduh Gambar (.png)**. Gambar grafik hasil pemodelan untuk tiap wilayah akan terunduh satu per satu. Cara lainnya adalah dengan melakukan klik kanan pada tiap gambar lalu pilih **Save Image As**

Grafik Data Penduduk Muncar



8. Untuk mengunduh Obyek R hasil pemodelan data penduduk, klik **Unduh Obyek R (.rds)**. Tunggu beberapa saat hingga file .rds terunduh.

Pada Pelanduk versi 0.1 ini kami masih belum berhasil menempatkan semua file unduhan ke dalam sebuah folder yang dapat ditentukan pengguna. Maka bisa jadi file tabel dan gambar terunduh dan tersimpan di folder yang berbeda.

6. Berbagai Kemungkinan Error

Ada berbagai kemungkinan munculnya kesalahan (*error*) dalam penggunaan aplikasi Pelanduk yang menyebabkan Pelanduk tidak dapat menjalankan pemodelan data penduduk sebagaimana mestinya.. Di antara kesalahan-kesalahan yang mungkin adalah sebagai berikut:

1. Jenis file yang diunggah bukan .xlsx.
2. Nama Kolom **tahun** atau kolom **penduduk** ditulis dengan huruf besar. Pada versi 0.1 ini nama kolom harus ditulis dalam huruf kecil saja. Di versi berikutnya insyaallah kami buat lebih fleksibel.
3. Data pada kolom tahun atau penduduk tidak hanya angka tapi juga mengandung teks. Misalnya mengandung spasi.

Meski demikian, ada jenis error yang tidak berasal dari kesalahan pengguna, tetapi dari efek lambatnya aplikasi dalam mengolah data. Misalnya ketika pengguna mengklik Jalankan Model, fungsi yang menampilkan gambar hasil pemodelan sudah bekerja, tapi data yang dibutuhkan untuk gambar masih diproses, maka di R Console dapat muncul pesan error misalnya.

```
Error in plot.window(...) : need finite 'xlim' values
```

Selama tidak membuat aplikasi tertutup (crash), pesan error ini dapat diabaikan karena solusinya cukup menunggu saja. Setelah proses olah data selesai, gambar akan muncul.

7. Hubungi Kami

Apabila Anda hendak melaporkan adanya masalah dalam penggunaan aplikasi ini, atau mengusulkan fitur tertentu, silakan hubungi kami melalui formulir berikut ini <https://unej.id/saranpelanduk>. Selain itu, Anda juga dapat menghubungi kami melalui email: masabdrohman@gmail.com.

8. Daftar Pustaka

R Core Team (2024). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

<https://www.R-project.org/>

Rohman, Abdur(2024). *Analisis Matematis Model Proyeksi Penduduk Aritmatik, Geometrik, Eksponensial, dan Logistik*. <https://enviro.teknik.unej.ac.id/pelanduk/>

Posit team (2024). *RStudio: Integrated Development Environment for R*. Posit Software, PBC, Boston, MA. <http://www.posit.co/>

Chang W, Cheng J, Allaire J, Sievert C, Schloerke B, Xie Y, Allen J, McPherson J, Dipert A, Borges B (2024). *shiny: Web Application Framework for R*. R package version 1.8.1.1, <https://github.com/rstudio/shiny>, <https://shiny.posit.co/>

Schauberger P, Walker A (2022). *openxlsx: Read, Write and Edit xlsx Files*.

<https://ycphs.github.io/openxlsx/index.html>,

<https://github.com/ycphs/openxlsx>

Barrett T, Dowle M, Srinivasan A, Gorecki J, Chirico M, Hocking T (2024).

data.table: Extension of 'data.frame'. R package version 1.15.99,

<https://Rdatatable.gitlab.io/data.table>,

<https://github.com/Rdatatable/data.table> , <https://r-datatable.com>

Sievert C, Cheng J, Aden-Buie G (2024). *bslib: Custom 'Bootstrap' 'Sass' Themes for 'shiny' and 'rmarkdown'*. R package version 0.7.0,

<https://github.com/rstudio/bslib>, <https://rstudio.github.io/bslib/>

Elzhov, T.V., Mullen, K.M, Spiess, A-N, Bolker, B(2023). *minpack.lm: R Interface to the Levenberg-Marquardt Nonlinear Least-Squares Algorithm Found in MINPACK, Plus Support for Bounds*

<https://cran.r-project.org/web/packages/minpack.lm/minpack.lm.pdf>

Wickham H (2016). *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. Springer-Verlag New York. ISBN 978-3-319-24277-4, <https://ggplot2.tidyverse.org>.

Greenwell BM, Kabban CMS (2014). *investr: An R Package for Inverse Estimation*. *The R Journal*, **6**(1), 90–100. <https://doi.org/10.32614/RJ-2014-009>.