

Computer Assisted Learning Menggunakan Software Open Source R: Past, Present and Future

Dedi Rosadi

Jurusan Matematika FMIPA UGM

Email: dedirosadi@ugm.ac.id

Abstract: Dalam metodologi pembelajaran *computer assisted learning* (CAL), proses belajar mengajar dilakukan dengan menggunakan bantuan komputer atau secara lebih luas, fasilitas teknologi informasi (lihat missal Henri-Paul, 2010). Dalam tulisan ini di bahas metodologi CAL untuk pembelajaran Statistika dan Matematika dengan bantuan *software-software* yang bersifat *Freeware* dan/atau *Open Source*. Diberikan pula *best-practices* pemanfaatan metode ini dimasa dulu dan sekarang dalam proses belajar mengajar di lingkungan Program Studi Statistika UGM menggunakan *software open source R* (R Development Core Team, 2015), dan secara lebih khusus menggunakan paket *RCmdrplugin.Econometrics* (Rosadi, 2010, 2011) atau perluasannya, *RCmdrplugin.SPSS*, sebagai pengembangan terbaru *tool* komputasi statistika (lihat Rosadi, 2015; Rosadi, Mustofa dan Perdana, 2015; Rosadi, Arisanty, Kartikasari, 2015). Beberapa topik yang akan di bahas seperti Program linear dan optimisasi portfolio, peramalan data runtun waktu dengan model ARIMA secara otomatis dan analisa data saham secara online. Dalam tulisan ini, diberikan pula contoh kasus pengajaran statistika menggunakan R untuk keperluan *big data analytics* yang akan menjadi salah satu trend utama dalam pengajaran statistika dimasa mendatang.

Kata-kata kunci: *computer assisted learning, Software Freeware/ Open Source*

1. Pendahuluan

Computer-assisted Learning (CAL) adalah suatu strategi proses belajar mengajar yang dilakukan menggunakan bantuan komputer, atau secara lebih umum, teknologi informasi. Didalam literature, metodologi ini sering di sebut dengan terminologi yang berbeda, seperti *Computer Aided* atau *Assisted Instruction* (CAI), *Computer-Based Education/Learning* (CBL), *Computer-Managed Learning/Instruction* (CML), dan lain-lain. Manfaat komputer atau teknologi informasi (TI) dalam proses belajar mengajar dapat dinyatakan dalam berbagai bentuk, seperti:

- Sebagai alat untuk peningkatan mutu pembelajaran, seperti sebagai alat visualisasi dan alat komputasi, multimedia untuk pengayaan pengajaran, alat untuk simulasi, alat untuk pencarian informasi
- Untuk *assessment* siswa, komputer dapat menjadi alat untuk automatisasi proses *assessment* siswa
- Sumber material dan informasi yang mudah dan murah dan media pembelajaran untuk pengajaran, sering disebut *hypermedia* atau *hypertext*, atau lebih umum disebut *hypertechnology*
- Sumber informasi *non-online*, seperti CD Ensiklopedi
- Dan lain sebagainya

Salah satu aspek CAL yang akan diamati dalam tulisan ini adalah manfaat komputer /TI sebagai alat untuk peningkatan mutu pembelajaran, khususnya sebagai alat komputasi dan visualisasi pengajaran Statistika/Matematika. Secara ringkas, tulisan ini dibagi sebagai berikut. Pada bagian pertama, dibahas secara ringkas pengertian CAL. Pada bagian selanjutnya, akan di bahas penggunaan *software-software* Statistika untuk keperluan pengajaran, khususnya bidang Statistika dan Matematika. Selanjutnya akan diberikan contoh pemanfaatan CAL untuk pengajaran di lingkungan Program Studi Statistika UGM, khususnya menggunakan *software open source/freeware R*.

2. CAL untuk pengajaran Statistika dan Matematika

Untuk maksud pengajaran ilmu Matematika (khususnya pada bidang Statistika), terdapat sejumlah keuntungan penggunaan metode CAL, seperti:

- Mereduksi keperluan komputasi manual. Metode CAL mampu membuat siswa/mahasiswa untuk lebih banyak menggunakan waktu untuk memahami konsep dibandingkan membuang waktu untuk melakukan komputasi manual, atau melakukan latihan data yang nyata, tidak hanya dengan data yang bersifat dibuat-buat (artificial).
- Memudahkan visualisasi dari konsep Statistika
- Memudahkan analisis data secara dinamis, yakni dapat dilakukan analisis *what if* dalam pengajaran dengan cara mengubah data dan kemudian menampilkan hasil analisis dan grafik secara instan.
- Penggunaan metode simulasi. Metode simulasi dapat digunakan untuk membantu menerangkan konsep-konsep teoritis dalam ilmu Statistika yang relatif sulit untuk dipahami secara langsung.
- Membuat pengajaran ilmu Statistika dapat dilakukan sesuai dengan “konteks” kehidupan nyata sehari-hari dengan melakukan pemodelan data real
- Memberikan pengalaman kepada siswa untuk mampu menyelesaikan problem di dunia nyata, sehingga meningkatkan ketertarikan siswa untuk mempelajari ilmu Statistika.
- Memberikan kesempatan kepada siswa untuk menganalisa data nyata yang seringkali sangat besar atau kompleks
- Memberikan kesempatan lebih banyak kepada siswa untuk belajar mandiri dengan memanfaatkan materi pembelajaran yang mungkin bersumber dari internet.

Meskipun demikian, penting untuk diperhatikan bahwa penggunaan metode CAL (khususnya penggunaan software yang “canggih”), mungkin malah akan membuat siswa lebih cenderung untuk menggunakan waktunya lebih banyak untuk mempelajari penggunaan software dibandingkan dengan pemakaiannya sendiri untuk analisa data.

Secara lebih umum, untuk keperluan pengajaran ilmu Matematika/Statistika, dapat dimanfaatkan berbagai macam software, seperti

- Pemanfaatan Microsoft Power Point dan Scientific Work Place (software komersial) atau Open Office Impress, Latex, Lyx dan lain-lain (software Open Source/Freeware) untuk keperluan presentasi dari materi pelajaran
- Pemanfaatan software Maple, Mathematica, Mathcad, Mupad, Derive, Reduce dan lain-lain (software komersial) atau Macsyma / Wx Macsyma, Yacas, Mupad Free Version, MASS/Modula 2 Algebra System, Ginac, Fermat, dan lain-lain (software Open Source/Freeware, lihat lebih lanjut <http://www.symbolicnet.org/ftpsoftware/ftpsoftware.html>), untuk keperluan visualisasi grafik dan secara umum komputasi simbolik dalam pengajaran
- Pemanfaatan software Matlab dan GAUSS (bersifat komersial) atau Octave, Scilab, Rlab, Euler, Yorick, Freemath, JMathlib, Algae, Tela, Lush, Sage, (software freeware/open source, sebagian besar tersedia di sourceforge.net) untuk keperluan komputasi numerik berbasis matrik
- Pemanfaatan software SPSS, Minitab, SAS, BMDP, Splus, Statistica, dan lain-lain (software komersial) atau software R, Openstat, WinIdams, Open Epi, MircOsiris, (<http://statpages.org/javasta2.html> , <http://www.statsci.org/free.html>, <http://en.freestatistics.info/stat.php>) untuk keperluan analisa Statistika
- Pemanfaatan software Eviews, Limdep, RATS, Stata, dan lain-lain (software komersial) atau EasyReg, GRETL, dan lain-lain (Open Source atau Freeware) untuk keperluan analisa Ekonometri
- Pemanfaatan software Cabri Geometri dan lain-lain (software Komersial) atau GeoGebra (Freeware/OpenSource) lihat juga <http://mathforum.org/library/topics/geometry/> ,

<http://www.educational-software-directory.net/math> atau http://en.wikipedia.org/wiki/Interactive_geometry_software untuk keperluan pengajaran geometri, trigonometri dan/atau aljabar

Lihat juga <http://www.feweb.vu.nl/econometriclinks/software.html> untuk daftar komprehensif dari software yang dapat digunakan untuk keperluan analisa Statistika dan Matematika.

3. Best Practices

Dalam proses belajar mengajar di lingkungan Program Studi Statistika UGM, metode CAL telah diimplementasikan oleh dosen dengan berbagai macam cara, seperti: penggunaan fasilitas komputer dan LCD dikelas sebagai alat bantu untuk presentasi materi pengajaran Statistika dan penggunaan internet yang telah terhubung online di kelas via kabel LAN dan Wifi, penggunaan Software-software Statistika/Matematika (komersial dan *freeware/open source*) dalam pelaksanaan kelas praktikum dan perkuliahan, dan lain-lain. Berikut ini, akan dibahas pemanfaatan software *open source* R untuk pengajaran mata kuliah Statistika.

Sejak tahun 1999 sampai sekarang, berbagai mata kuliah telah memanfaatkan penggunaan software R sebagai alat bantu perkuliahan diantaranya mata kuliah Komputasi Statistika dilevel S1, Komputasi Statistika terapan di level S2, Analisa Data Keuangan di level S2, Analisis Runtun Waktu di level S1 dan S2, Pengambilan Keputusan Bisnis di level S2, dan lain-lain. Berikut diberikan contoh pemanfaatan R dalam beberapa perkuliahan diatas.

3.1. Contoh pemanfaatan R untuk pemecahan masalah Program linear dan Optimisasi Portfolio

Untuk penyelesaian masalah program linear di R menggunakan fungsi `lp()`, salah satu fungsi pada package `lpSolve`.

Parameter yang digunakan pada `lp()` antara lain :

- `objective.in` - merupakan vektor koefisien dari fungsi objektif.
- `const.mat` - matriks yang memuat koefisien dari variabel keputusan pada sisi kiri dari constraints (fungsi kendala); setiap baris merujuk pada sebuah constrain.
- `const.dir` - vektor yang mengindikasikan persamaan atau pertidaksamaan pada constraints; di antaranya "`>=`", "`==`", dan "`<=`".
- `const.rhs` - vektor yang memuat konstanta pada ruas kanan tiap constrain.

Contoh :

Dua jenis logam campuran x dan y terdiri atas logam A, B, dan C.

Jenis	Kandungan		
	A (ons/kg)	B (ons/kg)	C (ons/kg)
X	5	3	2
Y	2	3	5

logam M dibuat semurah-murahnya dari logam X dan Y sehingga sekurang-kurangnya terdiri atas 6 kg A; 7,2 kg B; dan 6 kg C. jika harga logam X Rp.4.000/kg dan harga logam Y Rp.2.000/kg, tentukan harga minimum logam campuran M.

Solusi :

Pada kasus diatas akan dicari harga minimum logam, berarti kita akan meminimumkan fungsi objektif.

Minimize

$$z = 4000x + 2000y$$

Constraints

$$5x + 2y \geq 6$$

$$3x + 3y \geq 7,2$$

$$2x + 5y \geq 6$$

$$x \geq 0; y \geq 0$$

Syntax on R :

```
> library(lpSolve)
> eg.lp <- lp(objective.in=c(4000, 2000), const.mat=matrix(c(5, 3, +
2, 2, 3, 5), nrow=3), const.rhs=c(6, 7.2, 6), const.dir=c(">=", +
">=", ">="))
> eg.lp
Success: the objective function is 5600
> eg.lp$solution
```

Diperoleh harga logam M akan minimum sebesar Rp. 5.600 jika dibuat dengan menggunakan campuran logam X sebesar 0.4 ons/kg dan logam Y sebesar 2.0 ons/kg.

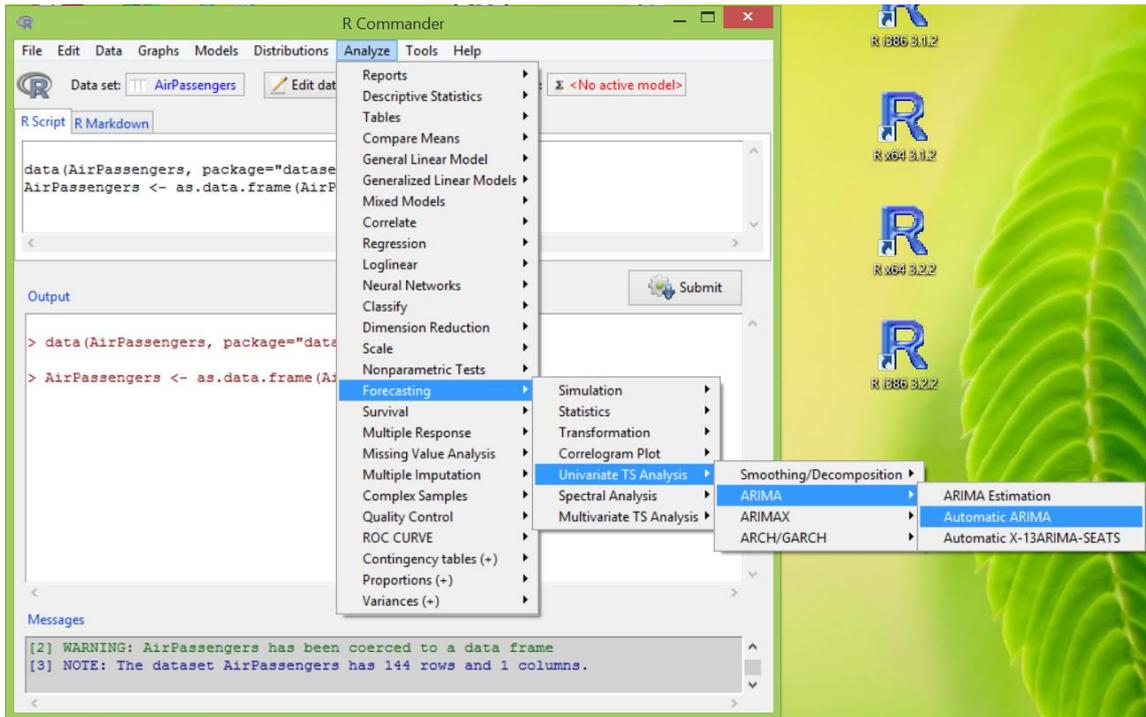
Salah satu model program linear yang penting adalah masalah optimisasi portfolio. Dalam paper ini (hanya dibahas pada slide presentasi), diberikan contoh ilustrasi penggunaan R untuk masalah optimisasi portfolio dan metode optimisasi portfolio robust dengan menggunakan perintah lp pada paket lpSolve.

3.2. Contoh pemanfaatan R untuk Peramalan data runtun waktu

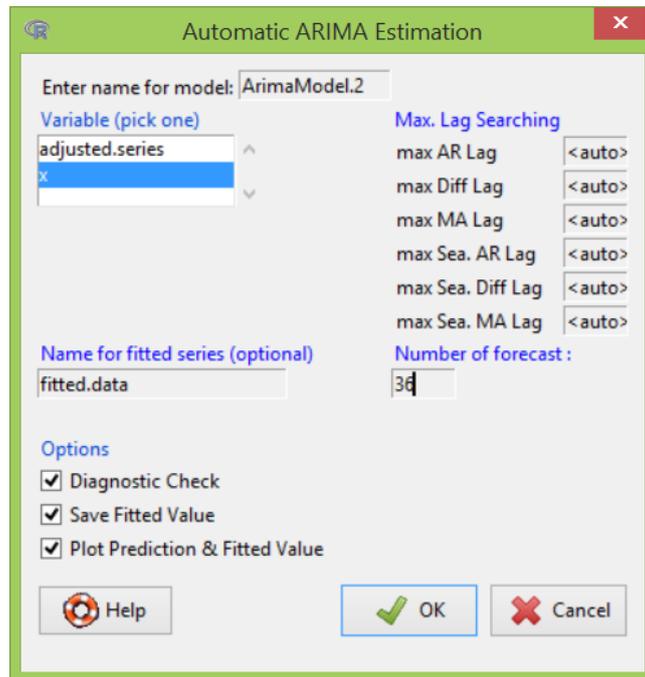
Topik pemodelan dan peramalan data runtun waktu merupakan salah satu topik yang dibahas dalam berbagai mata kuliah yang diajarkan di program Studi Statistika UGM, seperti mata kuliah analisa runtun waktu, peramalan data time series, analisa data keuangan, metode statistika aktuaria, dan lain-lain. Dalam Rosadi (2010, 2011) telah dibahas berbagai model runtun waktu dengan komputasi model dilakukan sepenuhnya menggunakan R, diantaranya dapat dilakukan dengan menggunakan menggunakan paket R-GUI yang disebut Rcmdrplugin.Econometrics. Paket ini telah diextend menjadi paket R-GUI yang disebut sebagai Rcmdrplugin.SPSS (Rosadi, Mustofa, Perdana, 2015) yang memiliki menu setara dengan program komersial SPSS versi 19 (lihat Gambar 1). Pengembangan versi terbaru paket ini dapat diperoleh pada Rosadi (2015). Pada Gambar 2 – Gambar 5 diberikan contoh penggunaan Rcmdrplugin.SPSS untuk melakukan peramalan data runtun waktu secara otomatis menggunakan model ARIMA/Exponential smoothing dan model X13ARIMA-SEATS (detail diberikan pada, misal Rosadi, Arisanty, Kartikasari, 2015)

3.3. Contoh pemanfaatan R untuk analisa data keuangan online

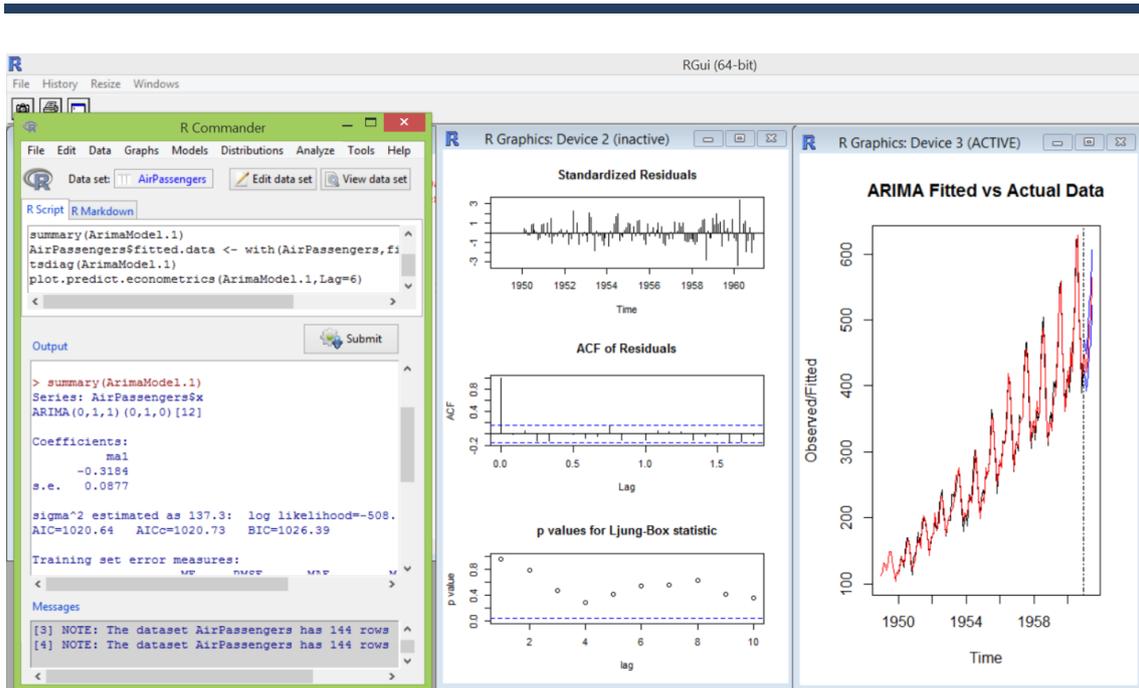
Salah satu mata kuliah yang banyak memanfaatkan penggunaan R adalah mata kuliah Analisis Data Keuangan yang diajarkan pada level S2. Salah satu topik yang dibahas adalah kajian data online untuk prediksi status dari harga saham harian apakah akan naik atau turun pada suatu hari tertentu. Untuk maksud prediksi, digunakan model regresi logistik dengan variabel yang mempengaruhi kenaikan atau penurunan saham diasumsikan adalah variabel log return saham harian, lag 1, lag 2, lag 3, lag 4 dan lag 5 dari harga log return saham, dan volume transaksi. Untuk maksud ilustrasi, data dapat didownload online melalui situs yahoo.finance menggunakan paket Quantmod dari R. Script berikut dapat digunakan untuk maksud tersebut, dimana analisis dilakukan sampai menghitung nilai proporsi konkordansi keakuratan model prediksi kenaikan harga dengan menggunakan model regresi logistik.



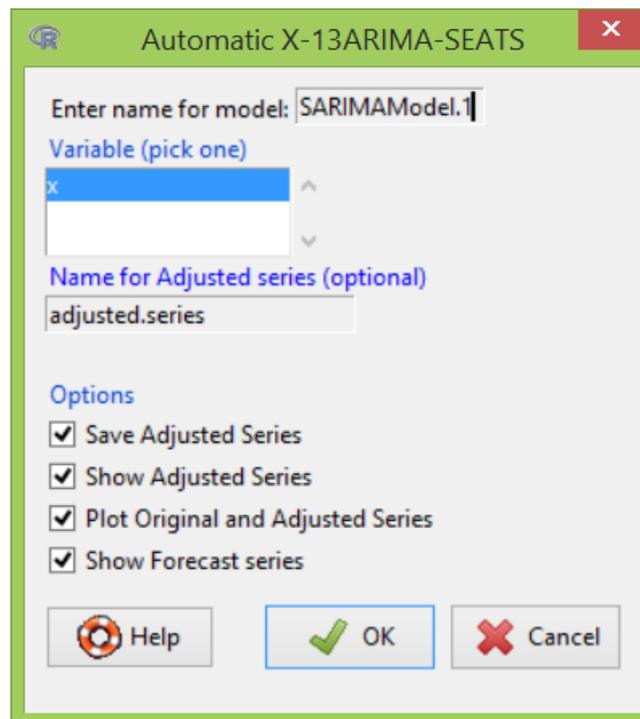
Gambar 1. menu Rcmdrplugin.SPSS



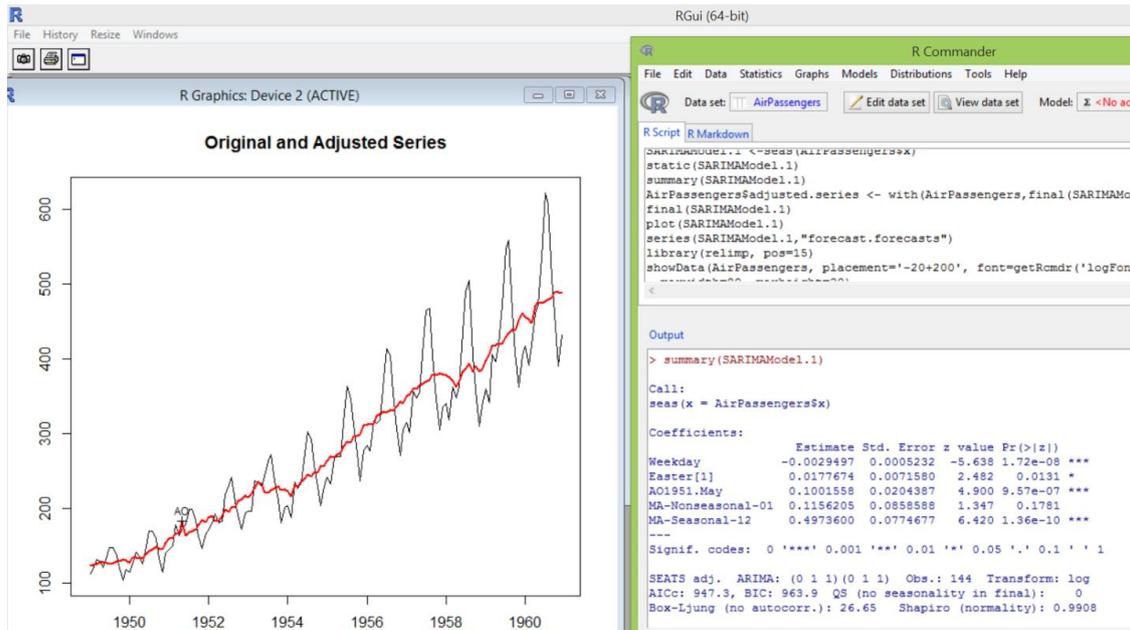
Gambar 2. Jendela dialog menu automatic arima



Gambar 3. Jendela output dari dialog window pada Gambar 2



Gambar 4. Jendela dialog menu automatic x-13arima-seats



Gambar 5. Output dari jendela dialog pada Gambar 4.

```

library(quantmod)
%%input data saham Unilever
getSymbols("UNVR.JK",src="yahoo")
unvr=as.data.frame(UNVR.JK)
Return = log(unvr$UNVR.JK.Close) [2:length(unvr$UNVR.JK.Close)] -
log(unvr$UNVR.JK.Close) [1:(length(unvr$UNVR.JK.Close)-1)]
unvr <- unvr[-c(1),]
unvr[1:4]<-list(NULL)
unvr[2]<-list(NULL)
unvr$Return<-Return
Direction=rep(0,length(unvr$Return))
Direction[unvr$Return>0]=1
unvr$Direction=Direction
unvr$Lag1=as.numeric(Lag(Return,c(1)))
unvr$Lag2=as.numeric(Lag(Return,c(2)))
unvr$Lag3=as.numeric(Lag(Return,c(3)))
unvr$Lag4=as.numeric(Lag(Return,c(4)))
unvr$Lag5=as.numeric(Lag(Return,c(5)))
head(unvr)
summary(unvr)
pairs(unvr)
plot(unvr$UNVR.JK.Volume)

%Regresi Logistik
glm.fit.unvr.1<-
glm(Direction~Lag1+Lag2+Lag3+Lag4+Lag5+UNVR.JK.Volume,family=binomial(
logit),data=unvr)
summary(glm.fit.unvr.1)
glm.fit.unvr.2<-
glm(Direction~Lag1+Lag3+Lag4+Lag5+UNVR.JK.Volume,family=binomial(logit
),data=unvr)
summary(glm.fit.unvr.2)
glm.fit.unvr.3<-
glm(Direction~Lag1+Lag4+Lag5+UNVR.JK.Volume,family=binomial(logit),dat
a=unvr)
    
```

```

summary(glm.fit.unvr.3)
glm.fit.unvr.4<-
glm(Direction~Lag1+Lag5+UNVR.JK.Volume,family=binomial(logit),data=unvr)
summary(glm.fit.unvr.4)
glm.fit.unvr.5<-
glm(Direction~Lag1+UNVR.JK.Volume,family=binomial(logit),data=unvr)
summary(glm.fit.unvr.5)
glm.probs.unvr.1=predict(glm.fit.unvr.5,type="response")
glm.probs.unvr.1[1:10]
glm.pred.unvr.1=rep(0,length(unvr$return))
glm.pred.unvr.1[glm.probs.unvr.1>.5]=1
table(glm.pred.unvr.1,Direction)
mean(glm.pred.unvr.1==Direction)

```

3.4. Contoh pemanfaatan R untuk Pengambilan Keputusan Bisnis

Salah satu tren penelitian dan aplikasi ilmu Statistika terkini dapat di prediksi akan terus berkembang dengan pesat di masa yang akan datang, adalah kajian *Business Analytics* (BA). BA menggunakan data, teknologi informasi, analisis Statistika dan metode kuantitatif serta model matematika dan atau model lainnya untuk membantu manajer meningkatkan pemahaman terhadap bisnis model yang dilakukan perusahaan dan membantu dalam pengambilan keputusan yang bersifat *data based*. Beberapa tipe utama dari BA disebut *Decisive analytics*, *Descriptive Analytics*, *Predictive analytics* dan *Prescriptive analytics*. Metode BA digunakan pada berbagai bidang keilmuan dengan beberapa aplikasi utama seperti *Analytical customer relationship management* (CRM), termasuk aplikasi pada bidang keuangan seperti dalam keperluan *Fraud detection*, *Risk Management*, *Credit Scoring* dan lain-lain. Lebih lanjut, perkembangan teknologi dan informasi telah menghasilkan data dengan *high volume*, *high variety* dan *high velocity*, yang lazim dikenal sebagai *Big Data*. Dengan demikian, penerapan ilmu Statistika membutuhkan pengembangan metodologi *big data analytics* untuk menghasilkan informasi yang berarti termasuk dalam mendukung proses BA di atas.

Pada Program Studi Statistika UGM, berbagai macam topik BA diajarkan pada mata kuliah Pengambilan Keputusan Bisnis di level S2. Dalam paper ini (hanya dibahas pada slide presentasi), diberikan contoh ilustrasi penggunaan R untuk melakukan analisis *churn* terhadap pelanggan dari suatu perusahaan telekomunikasi.

Daftar Pustaka

- Henri-Paul, I. 2010, An Exploration of Computer Based Learning Technologies for the Teaching of Mathematics: eLearning, Intelligent Tutoring Systems, Computer Algebra Systems, and Dynamic Geometry Systems Computer Based Learning Technologies, diakses online di <https://hpindiogine.wordpress.com/article/an-exploration-of-computer-based-1g2r8go4ti4mm-32/> pada tanggal 1 Nopember 2015
- R Development Core Team, 2015, R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-00-3.
- Rosadi D., 2010, Rplugin.Econometrics: R-GUI for Teaching Time Series Analysis". in *Proceedings of COMPSTAT 2010, 19th International Conference on Computational Statistics*, Paris-France, August 22-27, 2010. ISBN 978-3-7908-2603-6
- Rosadi, D., 2011, *Econometrics and Time Series Analysis using R: Application for Economics, Business and Finance*, Andi Offset, Yogyakarta
- Rosadi, D., 2015, *Statistical Analysis using R*, GamaPress, incoming book
- Rosadi D, Mustofa K, Perdana H, 2015, RCmdrPlugin.SPSS: R-GUI package for various statistical analysis, submitted to JUTI
- Rosadi, D., Arisanty, D., Kartikasari, A., 2015, Automatic ARIMA modeling using R-GUI version of seasonal and forecast Package in RcmdrPlugin.SPSS, dipresentasikan pada ICMSE 2015 (lihat icmse2015.unram.ac.id) pada tanggal 4-5 Nopember 2015 di Universitas Mataram, Lombok