

## Pengembangan E-Modul Statistika Terintegrasi dan Dinamik dengan R-shiny dan mathJax

I Made Tirta<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Matematika FMIPA Universitas Jember

<sup>1</sup>email : itirta.fmipa@unej.ac.id; tirtaimade@gmail.com

### Abstrak

Pemanfaatan teknologi berbasis web dalam mendukung pembelajaran saat ini semakin dirasakan. Salah satu yang sangat populer adalah pemanfaatan e-learning baik sebagai suplemen bagi program reguler, maupun sebagai komplemen untuk program pembelajaran jarak jauh. Program e-learning seperti Moodle sudah dilengkapi banyak fasilitas untuk mendukung pembelajaran terutama terkait dengan penguasaan teori. Untuk mendukung aktivitas e-learning, diperlukan modul pembelajaran yang bersifat elektronik (e-modul). Dalam bidang statistika contoh-contoh ilustrasi bisa dibangkitkan melalui simulasi komputer. Tentu akan sangat bermanfaat apabila contoh-contoh simulasi ini bersifat dinamik yang bisa diubah pembaca secara fleksibel. Dalam paper ini dibahas pengembangan e-modul terintegrasi dengan simulasi komputer, sehingga e-modul ini memuat notasi matematika dengan baik, dengan contoh-contoh merupakan simulasi yang sebagian bisa dikendalikan oleh pengguna modul, tanpa bergantung pada penguasaan program yang mengendalikan simulasi.

**Kata kunci :** laboratorium virtual, berbasis web, R, r-shiny, mathJax, LaTeX, e-modul

## 1 Pendahuluan

Kemajuan Teknologi Informasi sudah banyak dimanfaatkan dalam mendukung kegiatan pembelajaran. Salah satunya adalah pemanfaatan program *e-learning* sebagai suplemen (bagi kegiatan pembelajaran reguler) maupun sebagai komplemen bagi kegiatan pembelajaran jarak jauh (PJJ). Salah satu modul e-learning yang populer dimanfaatkan di banyak perguruan tinggi adalah Moodle yang telah dilengkapi banyak fitur untuk mendukung aktivitas pembelajaran (seperti pengumpulan tugas, ujian online dan lain-lain).

Namun untuk matakuliah yang membutuhkan kegiatan praktek, *e-learning* tidak memberi ruang bagi mahasiswa untuk melakukan praktek atau simulasi yang fleksibel dan dinamis dalam mengaplikasikan teori yang telah diperoleh. Terkait pembelajaran statistika, sebelum berkembangnya komputer, ilustrasi pengajaran peluang sebagian besar dilakukan dengan lempar koin dan dadu dan sejak kemajuan komputer yang pesat, visualisasi dan ilustrasi bisa digantikan dengan simulasi komputer yang banyak tersedia secara online (Blejec [1]). Secara khusus American Statistical Association dalam laporannya laporan yang terkenal dengan GAISE<sup>™</sup> for *Guidelines for Assessment and Instruction in Statistics Education* pada tahun 2000 (Dalam Kahle [2]) merekomendasikan 6 hal terkait pembelajaran statistika, tiga diantaranya bahwa pembelajaran statistika harus memenuhi (*i*) *stress conceptual understanding, rather*

*than mere knowledge of procedure; (ii) foster active learning in the classroo; (iii) use technology for developing conceptual understanding and analyzing data.* Laporan ini megindikasikan perlunya pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran statistika yang dapat mendorong siswa menjadi pembelajar aktif, membantu mereka lebih memahami konsep dan tidak sekedar mendapat pengetahuan dan keterampilan menghitung.

Pemanfaatan teknologi (khususnya *software* komputer, bahkan secara online) dalam mendukung pembelajaran statistika telah dimulai sejak satu dekade yang lalu (Chance & Rossman [3], Mills dan Raju [4]). Dalam pemanfaatan simulasi dan visualisasi komputer, program ini harus dirancang dengan sebaik-baiknya (dalam penyusunan perangkat maupun dalam pemanfaatannya di kelas). Ilustrasi, visualisasi dan simulasi dalam pembelajaran statistika, jika dirancang dengan baik, diyakini dapat meningkatkan minat, motivasi dan pemahaman dalam belajar statistika baik teori maupun aplikasi yang dalam pendekatan tradisional dirasa sangat teoritis dan membosankan (Neumann *et al.*[6]).

## **2 OSS-R sebagai software analisis data dan media pembelajaran statistika**

*Open Source Software* (OSS)-R adalah salah satu *software* yang semakin populer dan banyak diterima di kalangan para statistikawan di seluruh dunia. Alasan utama populernya R adalah karena mudah diperoleh (ada jaminan selalu tersedia dimanapun seseorang bekerja). Selain itu kemampuannya juga berkembang pesat dalam berbagai bidang ilmu dengan dukungan banyak statistikawan dunia sebagaimana dikatakan oleh banyak statistikawan diantaranya McCullogh [7] dan Sanchez [8]. Dalam hal pemanfaatannya sebagai pendukung artikel akademik, R menempati urutan ke-tiga setelah SAS dan SPSS, namun ada trend pengguna R terus meningkat, sementara pengguna SPSS dan S mulai kelihatan menurun (Lihat Muenchen [9]). Sampai saat ini dengan versi 3.1.1 tidak kurang dari 4900 paket statistika untuk berbagai bidang resmi tersedia di situs mirror CRAN (Comprehensive R-Archive Network) salah satunya yang terdekat adalah yang ada di Universitas Jember (<http://cran.unej.ac.id>). Sebagai open source R, aplikasi dan interface R sangat terbuka untuk dimodifikasi. Itu sebabnya kita akan menemukan berbagai versi R baik berbasis web (R-shiny, Rweb, R on Cloud) maupun stand alone PC.

Dalam melakukan simulasi R melalui R-shiny bekerja di server (belakang layar) sedangkan pengguna disuguhi menu yang ramah dan interaktif berbasis web, sehingga pengguna tidak disyaratkan menguasai program R. Oleh karena itu R-shiny sangat baik digunakan sebagai pelengkap pembelajaran statistika dimana pengguna bisa lebih fokus pada konsep statistika tanpa terkendala kemampuan penguasaan *software* statistika. Jika paket simulasi yang disediakan cukup memadai, maka situs ini dapat berfungsi sebagai laboratorium pembelajaran virtual. Visualisasi menggunakan R yang pada dasarnya merupakan *software* pengolah data, memiliki kelebihan dibandingkan dengan visualisasi menggunakan *software* bukan pengolah data (misalnya applet java). Dengan menggunakan R sebagai mesin pengolah, simulasi dan visualisasi bisa dilakukan pada semua aspek analisis data (simulasi data, estimasi, dan pemeriksaan goodness of fit). Dalam Tirta [8] dibahas cara kerja server R-shiny sebagai situs laboratorium pembelajaran virtual. Dalam paper ini pembahasan difokuskan pada cara mempersiapkan e-modul yang terintegrasi dan dinamik. Beberapa contoh e-modul dapat

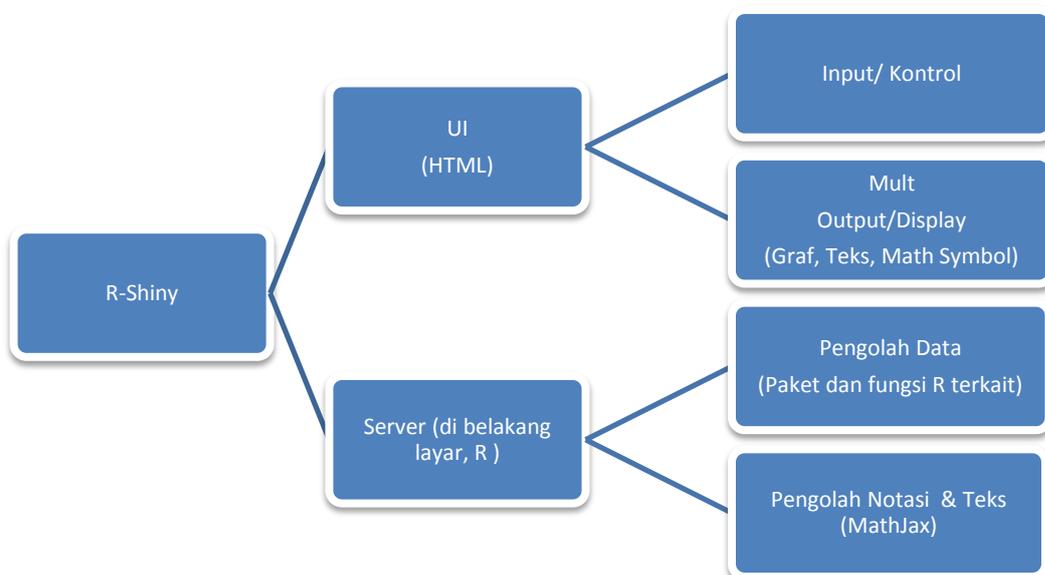
dilihat pada web <http://103.241.207.58/>

### 3 Komponen Simulasi dengan Program R-shiny

Secara umum, komponen program Shiny dibedakan menjadi dua kelompok besar yaitu seperti berikut ini.

1. *User Interface*. Bagian ini yang bermanfaat untuk
  - a. **Panel Kontrol** adalah panel untuk mengontrol input berupa data, variabel, model, tergantung kompleksitas modul. Tampilan kontrol dapat berupa slider, radio button, check-box dan lain-lain. Berbagai contoh tampilan kontrol (seperti checkbox, radiobutton, slider, dan lain-lain) bisa dilihat pada Rstudio [11]
  - b. **Pemasukan permintaan nilai input** (data dengan berbagai jenis variabel yang diperlukan, pemilihan model, jenis dan kriteria uji statistika)
  - c. **penyajian output** terkait hasil analisis/uji. Hasil output dapat berupa
    - i. grafik (histogram, diagram pencar, dan lain-lain)
    - ii. bentuk angka/teks bisa berbentuk asli (verbatim) maupun dalam bentuk tabel.
    - iii. Teks khusus dengan notasi matematika dengan format LaTeX.  
Untuk mengakomodasi berbagai jenis luaran tadi, shiny juga menyediakan berbagai format output seperti plotOutput, textOutput, verbatimTextOutput, tableOutput dan lain-lainnya.  
Bagian user interface ini dapat disajikan pada file khusus ui.r, dapat juga disajikan penuh melalui file HTML, misalnya index.html
2. *Server*. Bagian ini merupakan otak dari program yang bertugas melakukan simulasi, berbagai analisis data sesuai pilihan pengguna dan selanjutnya mengirim hasilnya ke bagian output. Bagian ini didukung oleh berbagai prosedur dan analisis data yang pada umumnya telah tersedia pada berbagai paket R. Bagian ini disimpan dalam file yang diberi nama server.r

Struktur umum komponen pemrograman dengan R-shiny dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Struktur Komponen R-shiny

Secara umum, penyajian file ui dan file server ada dua macam yaitu

1. Membuat file server.r dan ui.r secara terpisah lalu diletakkan pada satu direktori yang diberi nama sesuai dengan topiknya. Selanjutnya yang dipanggil adalah nama direktorinya

Direktori: shiny1

File:

-server.r

/subdir www/

-index.html

Cara memanggil: runApp("shiny1").

2. Untuk menampilkan rumus-rumus matematika di dalam tampilan R-shiny, dapat dilakukan dengan memanfaatkan MathJax yang memiliki sintaks mirip LaTeX.

withMathJax(

helpText("Teks biasa \$\$simbol matematika \$\$"))

#### 4 Merancang e-Modul Pembelajaran Statistika

Aplikasi shiny bersifat modular, dalam arti seseorang dapat fokus membuat visualiasi untuk topik tertentu. Ada tiga model dasar paket simulasi yang bisa dibuat yaitu:

1. Modul praktikum. Dalam versi ini tampilan didominasi oleh fitur-fitur yang memudahkan memilih alternatif data dan prosedur eksplorasi data maupun uji statistika yang diperlukan. Modul praktikum mungkin hanya berisi sedikit sekali tinjauan teori dan hal itu merupakan tugas pengembangan dari pengguna simulasi untuk melengkapi teori sesuai kebutuhan. File pendukung utama versi ini adalah file ui.r dan server.r
2. Modul bahan ajar. Kebalikan dari modul praktikum, modul bahan ajar ini pada dasarnya berisi uraian topik/ materi statistika secara naratif, sebagaimana halnya sebuah buku/ modul bahan ajar (atau naskah dalam format html). Namun, dalam konsep pengembangan dengan R-shiny **contoh-contoh dan ilustrasi merupakan hasil simulasi riil yang dilakukan sendiri oleh pembaca modul, bukan sekedar laporan hasil simulasi yang telah lewat**. Setiap kasus langsung berhubungan dengan R-shiny server, sehingga pengguna akan memperoleh tampilan yang masih baru dan sebagian besar masih dalam kendali pembaca (misalnya jenis data, parameter populasi, jenis tampilan grafik, jenis uji statistika dan sebagainya, berada pada kendali pembaca). File pendukung utama versi ini adalah index.html dan server.html
3. Paket Analisis Data berbasis Online. Kemampuan R-shiny mengintegrasikan programm HTML dan R memungkinkan kita membuat paket analisis data berbasis web, namun membutuhkan penguasaan yang lebih sehingga memungkinkan pengguna menginput datanya sendiri, dan pilihan jenis input lain danluaran disesuaikan dengan jenis analisis yang ingin dilakukan.

Pada artikel ini pembahasan difokuskan pada pembuatn naskah e-modul tipe bahan ajar. Naskah e-modul bahan ajar statistika selain memuat pilihan-pilihan kontrol, juga banyak memuat notasi matematika. E-modul yang baik menjaga konsistensi penggunaan simbol-simbol matematika/ statistika yang ada. Kualitas tampilan ini didukung oleh program aplikasi mathJax yang berbsis LaTeX untuk web. Kemampuan ini dapat dimanfaatkan dengan menulis skrip berikut pada preambul file html.

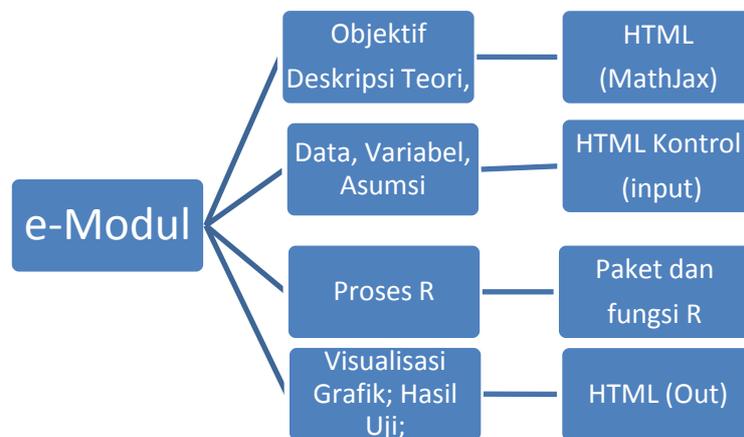
Selanjutnya perintah penulisan notasi matematika mengikutiperintah pada LaTeX. Selanjutnya kita dapat menampilkan notasi-notasi matematika spanjang naskah. Untuk bisa menampilkan notasi matematika layaknya LaTeX, maka pada bagian head dari file html diisi berikut ini.

```
<script type="text/x-mathjax-config">
  MathJax.Hub.Config({tex2jax: {inlineMath: [['$', '$'],
    ['\(', '\)']}}});
</script>
<script type="text/javascript"
  src="http://cdn.mathjax.org/mathjax/latest/MathJax.js?config=TeX-
  AMS-MML_HTMLorMML">
</script>
```

Sebagaimana umumnya modul pembelajaran, e-modul in juga dapat disusun sehingga memuat komponen

1. Objektif (tujuan) yang diinginkan dicapai/ dikuasai oleh pengguna
2. Uraian materi secukupnya (jelas, tetapi tetap memberi ruang untuk kreativitas pembelajar.
3. Contoh ilustrasi (grafik, luaran komputer) yang bersifat dinamik dan spontan, bagian ini berisi tiga komponen penting
  - a. kontrol input sehingga pengguna bisa memilih data dan tampilan baru sebagai bagian dari eksplorasi).
  - b. Pemetaan dan implementasi aneka paket dan fungsi R terkait yang diperlukan untuk mengeksekusi pilihan dan luaran.
  - c. Luaran yang dihasilkan baik berupa teks maupun grafik.
4. Ringkasan dan rujukan

Dalam format e-modul, kontrol (pilihan variabel, pilihan metode/prosedur,) dan pilihan sajian luaran (numerik, atau grafik) dapat sepenuhnya disajikan dalam halaman web (sebagai komponen HTML). Hubungan komponen pemrograman HTMLdan R-shiny dapat digambarkan seperti Gambar 2.



Gambar 2. Struktur tampilan e-module dan dukungan program terkait

Untuk model e-modul, kontrol input dan output tidak ditempatkan secara khusus, tetapi terintegrasi dan tersebar secara merata sepanjang naskah, sesuai narasinya. Bagian ini disimpan dalam file html (misalnya index.html), oleh karena itu kontrolnya lebih banyak mengikuti kontrol dan tampilan file html.

#### Contoh Ilustrasi

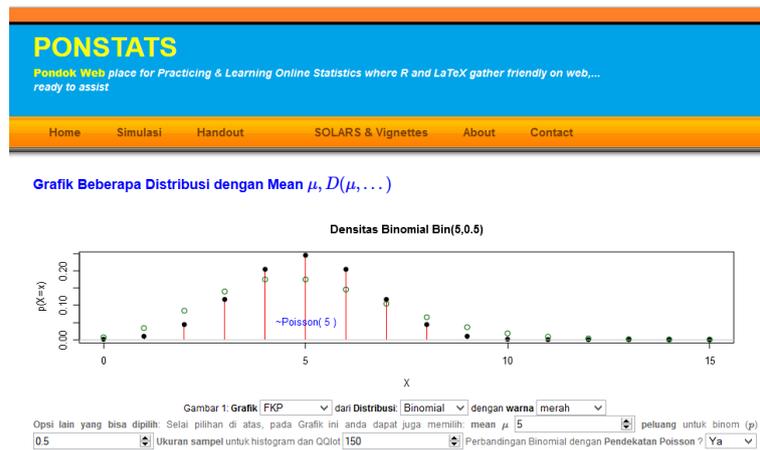
Sebagai contoh sederhana kita dapat membuat tampilan beberapa jenis grafik untuk beberapa distribusi dengan berbagai nilai parameternya. Pilihan untuk distribusi misalnya adalah Binomial, Poisson, Gamma dan Normal/Gaussian. Untuk jenis grafik tersedia grafik kepadatan, qq-plot dan histogram data. Besaran mean dan ukuran data juga bisa ditentukan pengguna. Untuk bisa menyajikan grafik yang benar dan membangkitkan data yang sesuai, masih diperlukan masukan dan perhitungan parameter khusus seperti pada Tabel 1. Program R dengan fungsi `plotDistr()`, juga memungkinkan bahwa jenis tampilan grafik kepadatan untuk distribusi diskrit (berupa titik-titik, `discrete=TRUE`), berbeda dengan grafik kepadatan distribusi kontinu (kurva kontinu, `discrete=FALSE`).

`plotDistr(x, y, discrete=TRUE/FALSE)`

Tampilan luaran web dapat dilihat pada Gambar 3 (lihat juga tampilan riilnya di [12] <http://103.241.207.58/>).

Tabel 1. Komponen Utama pilihan Berbagai Grafik dari Beberapa Distribusi dengan mean  $\mu$  dengan ukuran sampel  $N$

Jenis Distribusi	Jenis Parameter khusus yang diperlukan	Sintaks R terkait
Binomial	peluang $p$ , $n$ -binomial (size) = $\mu/p$	<code>rbinom(N,n,p)</code> <code>dbinom(x,n,p)</code>
Poisson	$\lambda=\mu$	<code>rpois(N,lambda)</code> <code>dpois(x,lambda)</code>
Gamma baku	$\alpha=\mu$	<code>rgamma(N,shape)</code> <code>dgamma(x,shape)</code>
Normal	$\mu$ dan standar deviasi yang ditetapkan (misalnya khusus $\sigma=1$ )	<code>rnorm(N,mean)</code> <code>dnorm(x,mean)</code>



Gambar 3. Contoh tampilan naskah e-modul melalui webserver shiny yang sepenuhnya berbasis web dan online. Tampilan web bisa menampilkan notasi matematika dengan baik serta beberapa pilihan yang tersedia.

Contoh lain yang memiliki lebih banyak pilihan kontrol, tetapi masih sederhana adalah eksplorasi data. Dalam hal ini pengguna memiliki kebebasan terbatas memilih data/variabel yang tersedia, memeriksa statistik ringkas, memeriksa kenormalan data (dengan beberapa jenis uji kenormalan seperti Saphiro-Wilk, Pearson Chi-square, dll), menampilkan beberapa jenis grafik (histogram, qq-plot, box-plot). Untuk eksplorasi data komponen yang harus disiapkan adalah seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Komponen utama ilustrasi eksplorasi data

Kontrol Input	Sintaks R Terkai	Jenis Luaran	
		Luaran teks	Luaran Grafik
Pilihan variabel (data)		Ringkasan data terpilih	-
Pilihan Jenis grafik (QQ-plot, boxplot dan histogram)	hist(x), qqPlot(x), boxplot(x)	-	Luaran grafik terpilih
Pilihan Jenis Uji Normalitas (Saphiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov, Pearson chi-square, dll)	shapiro.test(x), ksnormTest(x), pchiTest(x)	Ringkasan hasil uji terpilih	-

### 4.1 Kelebihan dan kekurangan e-modul R-shiny

Ada beberapa kelebihan e-modul jenis bahan ajar yang dibuat dengan R-shiny diantaranya adalah seperti berikut ini.

1. Bersifat naratif, sehingga bisa dibuat semirip mungkin dengan modul cetak pada umumnya.
2. Bersifat modular, sehingga orang bisa membuat visualisasi untuk substansi/ topik tertentu yang selanjutnya dikumpulkan di satu situs. Ini juga berarti banyak pihak yang bisa ikut terlibat dalam pengembangan e-modul.

3. Berbasis web, sehingga penelusuran/ eksplorasi dapat dilakukan tanpa perlu memiliki atau membuka R juga tidak harus menguasai R. Pembaca cukup membuka halaman web yang terkait.
4. Dapat diakses secara lebih luas (dapat diakses dari mana saja, asal bisa mengakses web) dan lebih fleksibel (dapat diakses dengan laptop, tablet, smartphone yang bisa akses internet).
5. Hasil lebih spontan dibandingkan dengan menganalisis data dengan membuka R untuk berbagai alternatif pilihan analisis untuk satu data yang sama.
6. Menggunakan program statistika R yang juga banyak dipakai untuk analisis data. Dengan demikian luaran yang dihasilkan dalam simulasi tidak akan jauh berbeda dengan hasil analisis data yang sebenarnya.
7. Dapat disajikan melalui web server ataupun didistribusikan seperti paket R lainnya (untuk tipe yang kedua, pengguna harus menginstall di komputernya masing-masing).
8. Dapat dikombinasikan dengan program lain misalnya MathJax untuk melengkapi dokumen dengan notasi matematika yang berbasis LaTeX.
9. Tampilan fisik bisa diatur sesuai penguasaan program HTML pembuat e-modul.

Namun, selain kelebihan di atas, e-modul dengan R-shiny juga memiliki kekurangan.

1. Visualisasi lebih ditekankan pada usaha pemahaman konsep yang lebih baik, bukan keterampilan melakukan analisis data atau membuat program statistika, sehingga untuk bisa melakukan analisis data yang sebenarnya, mereka harus belajar secara khusus cara mengoperasikan R
2. Untuk menghasilkan modul yang efektif dibutuhkan pemahaman yang memadai terhadap konsep statistika yang dibahas dan keterampilan pemrograman R-shiny, terutama untuk konsep-konsep statistika yang bersifat kompleks.
3. Untuk menghasilkan modul dengan tampilan menarik, notasi matematika yang benar dan hasil eksekusi yang cepat, berarti harus menggabungkan fitur-fitur dari HTML (yang banyak didukung bahasa Java melalui file CSS), MathJax (dengan penguasaan LaTeX) dan Program R. Sesuatu yang tidak terlalu mudah dilakukan karena beberapa fiturnya masih tidak kompatibel.

## 5 Kesimpulan dan Saran

### 5.1 Kesimpulan

1. R memiliki kemampuan visualisasi yang sangat baik yang dapat dimanfaatkan untuk menyusun perangkat media pembelajaran statistika. Kemampuan ini kedepan akan semakin meningkat sehingga akan semakin memenuhi kebutuhan pengguna dan mahasiswa yang bervariasi. R-shiny memungkinkan kemampuan R ini ditampilkan melalui web.
2. Media yang berbasis web memiliki beberapa keunggulan diantaranya bisa diakses dengan lebih fleksibel, kontrol dan luaran yang lebih spontan.
3. Pemanfaatan media statistika harus dilengkapi dengan lembar tugas sehingga mahasiswa tetap menjadi pembelajar aktif dan kritis.
4. Pengembangan media berbasis web jika dirancang dengan baik berpotensi menjadi lab virtual sebagai pusat belajar statistika yang bermakna dan menarik.

5. Aplikasi berbasis web dengan R-shiny bersifat modular, topik-topik statistik bisa dibuat visualisasinya secara terpisah dan independen

## 5.2 Saran

1. Perlu ada studi lebih lanjut tentang format HTML (format CSS) yang secara fisik tampilan fisiknya menarik, dan eksekusi R berjalan dengan lebih cepat.
2. Statistikawan sekaligus pendidik statistika pengguna R dapat berkolaborasi untuk membuat berbagai modul berbasis web yang dilengkapi visualisasi R-shiny yang dikumpulkan bersama-sama sehingga membentuk pusat belajar / lab virtual statistika

## Daftar Pustaka

- [1] Blejec, A. 2003. Teaching Statistics by using simulations on the internet. *IASE/ISI Satellite*.
- [2] Kahle, D. 2014. Animating Statistics: A New Kind of Applet for Exploring Probability Distributions. *Journal of Statistics Education* Volume 22, Number 2.
- [3] Chance, B and Rossman A. 2006. *Using Simulations to Teach and Learn Statistics*. ICOTS-7.
- [4] Mills, J.D., & Raju, D. 2011. Teaching Statistics Online: A Decade's Review of the Literature About What Works *Journal of Statistics Education* Volume 19, Number 2.
- [5] Lane, D.M. 2006. *Interactive Simulations In The Teaching Of Statistics: Promise And Pitfalls*. ICOTS-7.
- [6] Neumann, D.L., Neumann, M.M., & Hood, M. 2011. Evaluating computer-based simulations, multimedia and animations that help integrate blended learning with lectures in first year statistics. *Australasian Journal of Educational Technology* **27(2)**: 274-289
- [7] McCulloch, M.D. 2010. Chapter 1 Econometric Computing with R. Dalam Vinod (Editor) *Advance in Social Science Research Using R*. Springer
- [8] Sanchez, G. (2013) *PLS Path Modeling with R*. Trowchez Editions. Berkeley, 2013. <http://www.gastonsanchez.com/PLS Path Modeling with R.pdf>
- [9] Muenchen. R.A. *The Popularity of Data Analysis Software*. <http://r4stats.com/articles/popularity/> [Akses 1 Nopember 2014]
- [10] Tirta, IM. 2014. Aktivitas Laboratorium Statistika VIRTUAL berbasis Web dengan R-Shiny. Makalah disampaikan dalam Seminar Nasional Matematika Universitas Udayana.

- [11] RStudio and Inc. Shiny Widget Gallery. <http://shiny.rstudio.com/gallery/widget-gallery.html> [September 2014]
- [12] Virtual Laboratorium Statistika Universitas Jember (Pusat Belajar dan berlatih statistika online dengan R-Shiny ([http:// 103.241.207.58](http://103.241.207.58)))