

Pengaruh *Pagination* dan Kompleksitas *Query* Data Terhadap Aspek Kehijauan dari Sistem Informasi Manajemen

Luh Gede Surya Kartika¹, Komang Rinarta²

Sistem Komputer

STMIK STIKOM Bali

e-mail: ¹suryakartika1109@gmail.com, ²komangrinarta@gmail.com

Abstrak

Telah dihasilkan sebuah Sistem Informasi Manajemen (SIM) Nursery anggrek dengan pendekatan pengembangan yang hijau. Salah satu target konsep pengembangan perangkat lunak yang hijau, adalah menghasilkan sebuah perangkat lunak yang ketika digunakan tidak akan membutuhkan kinerja CPU yang besar, memerlukan bandwidth dan memory yang kecil, serta ketika dipasang tidak berukuran besar. Pengujian aspek kehijauan dari SIM Nursery Anggrek yang dihasilkan perlu untuk dilakukan. Penelitian ini berupaya untuk memperlihatkan hasil pengujian terhadap penggunaan CPU, memory, dan waktu komputasi. Tahapan penelitian terdiri dari pengujian, analisis hasil, dan terakhir perbaikan sistem. Hasil pengujian menunjukkan bahwa SIM Nursery Anggrek Versi 1 masih relevan untuk digunakan dalam jumlah record 0-1500 data. Penggunaan library JavaScript dalam pagination menyebabkan SIM Nursery Anggrek membutuhkan waktu komputasi yang lama, menggunakan CPU yang besar, dan memory footprint yang tidak sedikit. SIM Nursery Anggrek Versi 2 merupakan perbaikan dari versi 1. Perbaikan dilakukan pada pagination dan query data. Perbaikan menghasilkan memory footprint yang lebih sedikit dan penggunaan CPU yang lebih rendah dari versi sebelumnya. Kombinasi perbaikan query data dan pagination menghasilkan perubahan yang signifikan dibandingkan apabila hanya dilakukan perbaikan pagination saja.

Kata kunci: Pengujian Perangkat Lunak, Pagination, CPU Usage, Memory Footprint, Waktu Komputasi.

Abstract

Previous research has produced a Management Information System (SIM) for orchid nurseries with a green development approach. One of the targets of the concept of green software development, is to produce a software that when used will not require large CPU performance, requires small memory, and when installed is not large. Testing the green aspects of SIM Nursery Orchid needs to be done. This research attempts to show the results of testing on CPU usage, memory, and computational time. The stages of the study consisted of testing, analysis of results, and finally system improvements. The test results show that SIM Orchid Version 1 is still relevant to be used in a number of records 0-1500 data. The use of the JavaScript library in pagination causes SIM Nursery Anggrek to require a long computation time, using a large CPU, and a small memory footprint. SIM Nursery Orchid Version 2 is an improvement from version 1. Improvements are made to pagination and data queries. Improvements produce less memory footprint and lower CPU usage than the previous version. The combination of improved data queries and pagination results in significant changes compared to only the pagination fixes.

Keywords: Software Testing, Pagination, CPU Usage, Memory Footprint, Computation Time.

1. Pendahuluan

Berbagai penelitian mengenai Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) yang hijau berfokus pada kelestarian lingkungan dalam hal perangkat keras komputer. Namun, mengungkapkan masalah yang terkait dengan konsumsi energi dalam perangkat lunak dapat sangat membantu dalam mencapai komputasi hijau. Fitur perangkat lunak bertanggung jawab terhadap emisi CO₂ sama seperti komponen perangkat keras. Perangkat lunak memiliki efek tidak langsung terhadap lingkungan dengan mengoperasikan dan mengelola perangkat keras yang mendasarinya.

Penelitian ini dilakukan pada usaha tanaman hias (*Nursery*) anggrek di Denpasar. Hingga saat ini, usaha *Nursery* anggrek mengalami perkembangan yang cukup signifikan. Berdasarkan [1], di Bali, produksi anggrek sebanyak 1190003 tangkai pada tahun 2014 dan terus meningkat tiap tahunnya. Bahkan

jumlah tersebut menyumbang 6% dari keseluruhan produksi anggrek di Indonesia. Jumlah produksi anggrek tersebut menunjukkan bahwa kegiatan bisnis pada usaha tanaman hias anggrek (*Nursery*) di Bali relatif besar. Transaksi bisnis yang relatif besar tersebut tentu berpengaruh langsung terhadap intensitas penggunaan perangkat lunak dan perangkat keras komputer.

Pada penelitian sebelumnya [2], telah dihasilkan sebuah Sistem Informasi Manajemen (SIM) *Nursery* anggrek dengan pendekatan pengembangan yang hijau. Salah satu target konsep pengembangan perangkat lunak yang hijau, adalah menghasilkan sebuah perangkat lunak yang ketika digunakan tidak akan membutuhkan kinerja CPU yang besar, memerlukan *bandwith* dan *memory* yang kecil, serta ketika dipasang tidak berukuran besar [3]. Tujuan dari pengembangan SIM tersebut adalah usaha *Nursery* anggrek dapat melakukan perubahan proses bisnis sekaligus melakukan efisiensi energi pada sisi penggunaan perangkat lunak.

Pengujian aspek kehijauan dari SIM *Nursery* Anggrek yang dihasilkan perlu untuk dilakukan. Hasil pengujian tersebut akan memperlihatkan performansi dari system tersebut dalam hal penggunaan CPU, *memory footprint*, dan waktu komputasi ketika *system* digunakan. Semakin rendah penggunaan sumber daya (CPU dan *memory*) maka akan mengurangi penggunaan *energy* listrik. Penelitian ini berupaya untuk memperlihatkan hasil pengujian terhadap penggunaan CPU, *memory*, dan waktu komputasi. Hasil pengujian kemudian dianalisis. Tujuan akhirnya adalah dilakukan perbaikan berdasarkan hasil pengujian aspek kehijauan tersebut sehingga dihasilkan sebuah perangkat lunak yang berkelanjutan.

Dalam [4], dikatakan bahwa 'Perangkat Lunak Berkelanjutan' Istilah dapat diartikan dalam dua cara yaitu: (1) Kode perangkat lunak yang berkelanjutan, agnostik tujuan, atau (2) Tujuan perangkat lunak untuk mendukung tujuan keberlanjutan. Oleh karena itu, dalam penelitian ini, perangkat lunak berkelanjutan adalah hemat energi, meminimalkan dampak lingkungan dari proses yang didukungnya, dan memiliki dampak positif pada keberlanjutan sosial dan/atau ekonomi. Dampak ini dapat terjadi langsung (energi) dan tidak langsung (dikurangi oleh penggunaan) atau sebagai efek *rebound*. Perangkat lunak berkelanjutan adalah perangkat lunak, yang berdampak pada ekonomi, masyarakat, manusia, dan lingkungan yang dihasilkan dari pengembangan, penyebaran, dan penggunaan perangkat lunak yang minimal dan/atau yang memiliki efek positif pada pembangunan berkelanjutan.

Penelitian mengenai *green software development* atau pengembangan perangkat lunak yang hijau telah menjadi isu yang menarik. Penelitian dibidang ini telah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya, seperti yang ditunjukkan oleh Tabel 1 berikut.

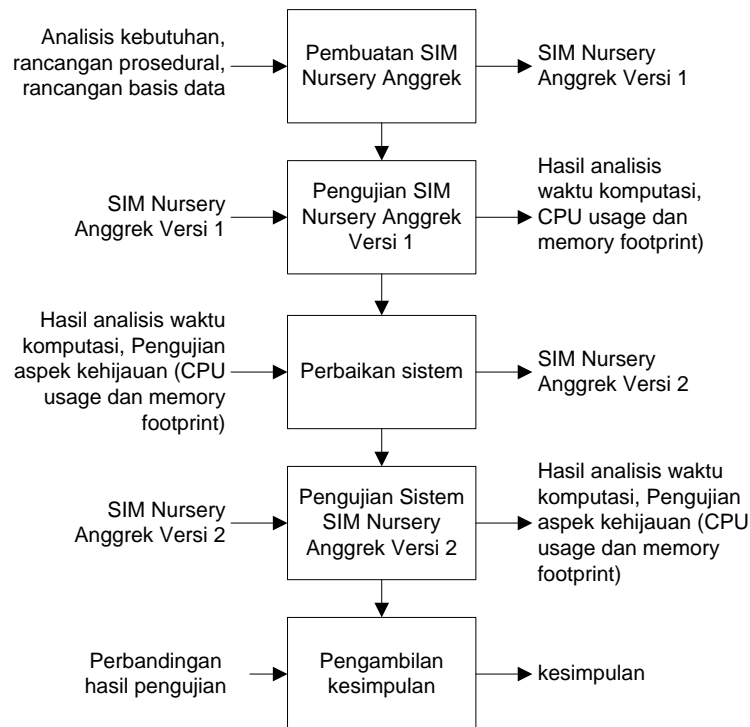
Tabel 1. Hasil dari Penelitian Sejenis oleh Peneliti Pendahulu.

No	Peneliti dan topik	Hasil yang dicapai
1	[4]	Artikel ini menyajikan panduan checklist dan pendekatan berbasis kata yang menunjukkan bagaimana memasukkan unsur kepedulian terhadap lingkungan yang berkelanjutan (<i>environmental sustainability</i>) dimulai dari langkah paling awal dalam menemukan kebutuhan pengguna (<i>user requirements</i>). Elaborasi tersebut digambarkan melalui studi kasus pada <i>car sharing system</i> .
2	[5]	Artikel ini bertujuan untuk mengeksplorasi korelasi antara kualitas perangkat lunak dan efisiensi energi. Mereka menemukan bahwa ada korelasi negatif yang signifikan antara kesesuaian fungsional dan kompatibilitas; efisiensi kinerja dan keamanan; keandalan dan kompatibilitas sehubungan dengan efisiensi energi. Mereka membangun model regresi dengan menggunakan efisiensi energi dan efisiensi sumber daya. Model regresi menunjukkan bahwa efisiensi kinerja, keandalan, dan atribut kegunaan memiliki dampak yang berhubungan secara signifikan dengan energi pada kualitas produk perangkat lunak yang ramah lingkungan.
3	[6]	Dalam artikel ini disajikan pendekatan untuk menganalisis jejak karbon perangkat lunak. Peneliti menganalisis siklus hidup perangkat lunak selangkah demi selangkah dan memberikan perkiraan tentang seberapa besar jejak karbon yang dihasilkan setiap langkah. Dari sudut pandang perangkat lunak hijau, aspek penting adalah pada saat mengembangkan dan menghasilkan perangkat lunak, dan bagaimana perangkat lunak tersebut dapat digunakan.
4	[7]	Memberikan rujukan model untuk perangkat lunak yang hijau, serta penggunaannya.

Penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti pendahulu sebagian besar mengenai cara atau model pengembangan perangkat lunak yang hijau. Hingga saat ini belum ditemukan hasil penelitian mengenai perangkat lunak yang dihasilkan dari model-model tersebut atau hasil evaluasi real dari sebuah perangkat lunak yang diklaim bersifat *green*.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini terdiri dari beberapa tahap yang ditunjukkan oleh bagan alir berikut:



Gambar 1. Metode penelitian.

Tahapan pelaksanaan penelitian dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Penelitian sebelumnya telah menghasilkan SIM *Nursery* Anggrek Versi 1. Untuk mengetahui kualitas kehijauan dari SIM *Nursery* Anggrek Versi 1 maka dilakukan pengujian dari sisi waktu komputasi, penggunaan CPU dan *memory footprint*.
2. Berdasarkan hasil pengujian, maka dilakukan analisis hasil yang selanjutnya digunakan untuk bahan pertimbangan perbaikan *system*.
3. Perbaikan *system* dilakukan, dan dihasilkan SIM *Nursery* Anggrek Versi 2.
4. Tahap terakhir adalah pengujian terhadap SIM *Nursery* Anggrek Versi 2 dan dilakukan perbandingan hasil antara SIM *Nursery* Anggrek Versi 1 dan versi 2 dari segi sisi waktu komputasi, penggunaan CPU dan *memory footprint*.

3. Hasil dan Analisis

Pengujian pertama yang dilakukan adalah pengujian keandalan *system*. Keandalan sistem dilakukan dengan menggunakan menguji tingkat ketahanan sistem terhadap data yang besar atau volume testing. Pada sistem *nursery* anggrek dilakukan peng-*input*-an data secara bertahap mulai dari 100, 500, 1500, 2500, dan >4000 data transaksi. Data transaksi tersebut diatur dalam kondisi piutang. Data dalam kondisi piutang dipilih untuk pengujian volume testing sebab kondisi tersebut menyebabkan relasi yang paling kompleks dibanding kondisi transaksi lunas atau yang lain dalam *database*.

Kategori kesuksesan sistem ditentukan dari waktu komputasi yang diperlukan untuk memproses data. Kategori tersebut adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Kategori Pengujian Volume.

Waktu komputasi	Kesimpulan
0-5 detik	Relevan
5-15 detik	Lambat
>15 detik	Sangat lambat

Sampel menu yang diuji adalah Menu Piutang. Menu ini dipilih sebab dalam proses pengambilan data dilakukan *query* data terhadap tiga tabel pada *database*. Hasil yang diperoleh adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil Pengujian Volume pada Menu Piutang.

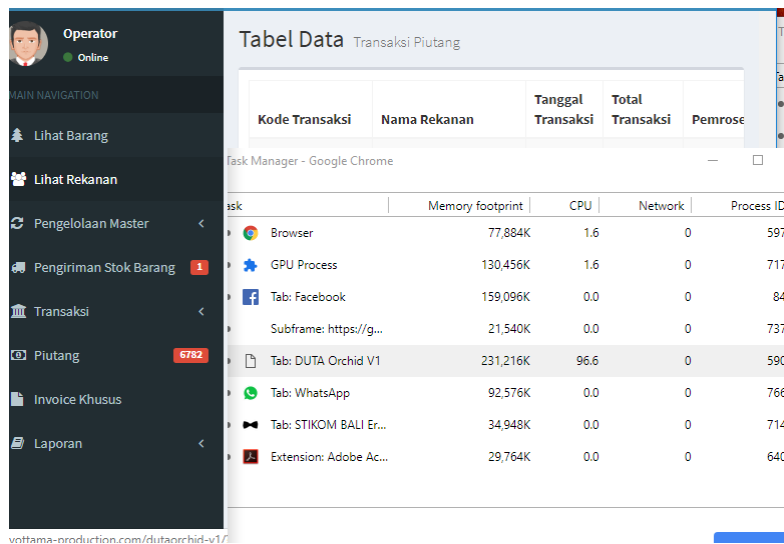
Jumlah record data	Waktu komputasi untuk view data transaksi	Kesimpulan
100	1 detik 12 <i>miliseconds</i>	Relevan
500	1 detik 10 <i>miliseconds</i>	Relevan
1500	4 detik 58 <i>miliseconds</i>	Relevan
2500	9 detik 24 <i>miliseconds</i>	Lambat
4001	16 detik 45 <i>miliseconds</i>	Sangat lambat

Hasil dari pengujian volume menunjukkan bahwa sistem memerlukan waktu lebih dari 15 detik untuk memproses data dengan jumlah *record* 4000. Sistem masih relevan untuk digunakan dalam jumlah *record* data 0-1500 data. Semakin banyak waktu yang dibutuhkan untuk memproses data maka akan semakin memperberat kinerja prosesor komputer, serta penggunaan *bandwidth* menjadi lebih besar. Secara langsung hal tersebut akan menyebabkan konsumsi listrik meningkat.

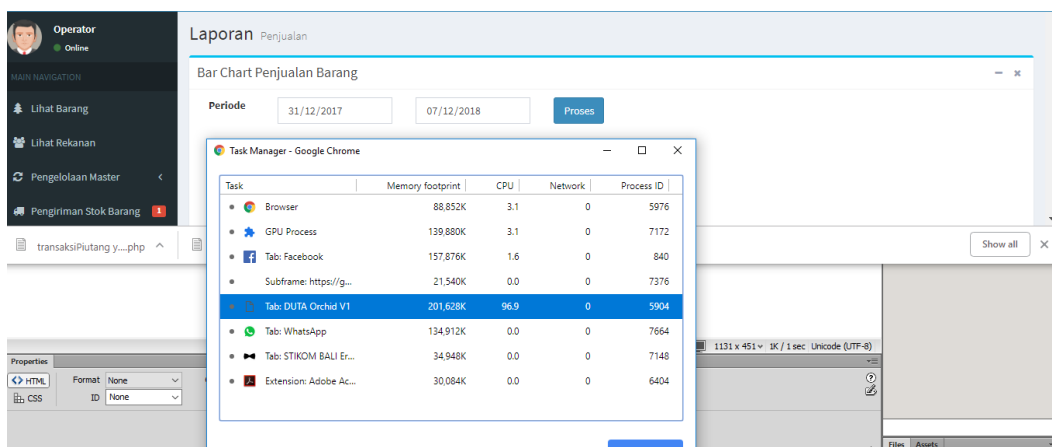
A. Pengujian Aspek Kehijauan

Pengujian aspek kehijauan dilakukan pada perangkat *computer* dengan spesifikasi: Prosesor Intel Core i3-6006U CPU @2.00GHz 1.99 GHz, RAM 4.00GB dengan 3.88GB yang dapat digunakan, dan tipe *system* 64-bit *system* operasi. Pengambilan data pengujian aspek kehijauan dilakukan dengan menggunakan tampilan penggunaan *memory footprint* dan CPU pada *task manager browser*. Pengujian kehijauan hanya dilakukan.

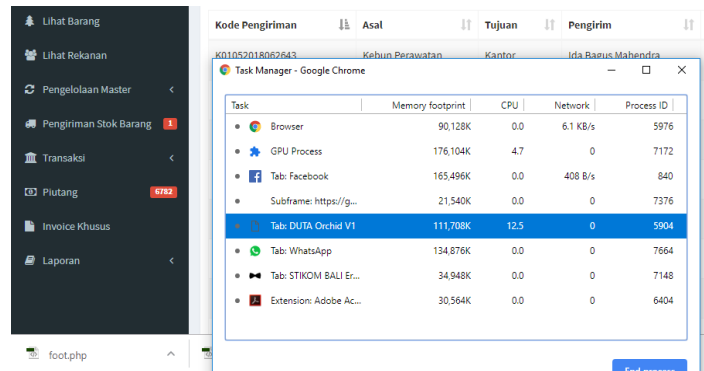
Hasil dari pengujian aspek kehijauan adalah sebagai berikut:



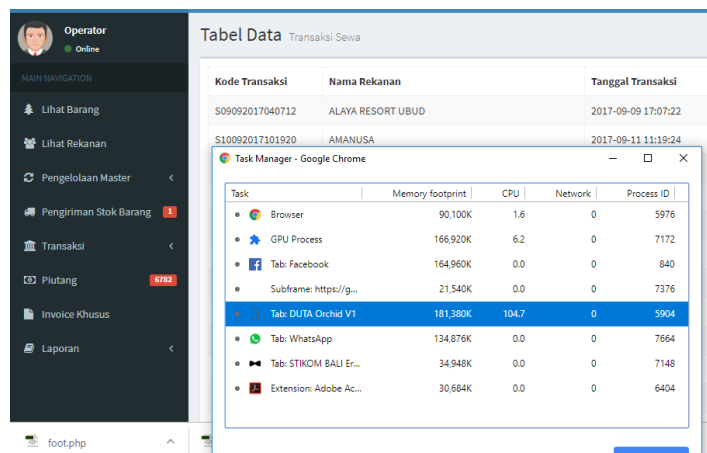
Gambar 2. Pengujian Aspek Kehijauan pada Menu Piutang.



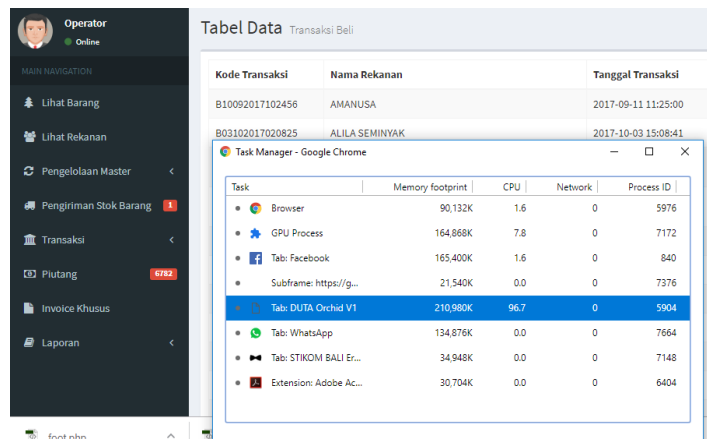
Gambar 3. Pengujian Aspek Kehijauan pada Menu Laporan.



Gambar 3 Pengujian Aspek Kehijauan pada Menu Transaksi Pengiriman.



Gambar 4. Pengujian Aspek Kehijauan pada Menu Transaksi Sewa.



Gambar 5. Pengujian Aspek Kehijauan pada Menu Transaksi Beli.

Berdasarkan hasil pengujian performansi terhadap beberapa menu pada SIM Nursery Angrek, diperoleh rekapitulasi hasil sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil Pengujian Aspek Kehijauan Performansi pada Beberapa Menu program

Menu	Memory Footprint	CPU
Piutang	231,216 K	96.6%
Laporan	201,628 K	96.9%
Pengiriman	111,708 K	12.5%
Transaksi sewa	181,380 K	100%
Transaksi beli	210,980 K	96.7%

Pengujian pada Tabel 4 menunjukkan bahwa penggunaan CPU masih tinggi, sehingga SIM Nursery Anggrek masih memerlukan perbaikan. Waktu komputasi yang lama dan penggunaan CPU yang tinggi menjadi bahan pertimbangan dalam perbaikan *system*. Sampel menu yang akan diperbaiki adalah Menu Piutang. SIM Nursery anggrek yang diperbaiki selanjutnya disebut dengan **SIM Nursery Anggrek Versi 2**. Pada menu ini terdapat *query data* dengan relasi tiga tabel data pada database, yaitu sebagai berikut:

Pada Menu Piutang pagination dilakukan dengan memanggil library javascripts berikut:

```
<script
src="plugins/datatables/jquery.dataTables.min.js"></script>
<script
src="plugins/datatables/dataTables.bootstrap.min.js"></script>
```

Pagination merupakan sebuah fitur yang digunakan untuk membatasi tampilan data agar tidak terlalu panjang dan lebih rapi. *Library* jquery.dataTables.min.js terdiri dari 10000 baris *code* dengan 41521 kata. Penggunaan *library* tersebut menyebabkan SIM Nursery Anggrek membutuhkan waktu yang lebih lama untuk eksekusi keseluruhan kode. Menurut [8] semakin ringkas algoritma yang digunakan maka akan semakin kecil sebuah *software* membutuhkan sumber daya. Berdasarkan hal tersebut, maka pada Menu Piutang dilakukan perbaikan *pagination*. *Library* jquery.dataTables.min.js untuk *pagination* selanjutnya diganti dengan sintaks berikut ini:

```
$page_query = ...
$start_loop = $pages;
$difference = $total_pages - $pages;
if($difference <= 2)
{
    $start_loop = $total_pages - 2;
}
$end_loop = $start_loop + 2;
echo '<div id="pagination" class="pull-right btn-group">';

if($pages > 1)
{
    echo '<a href="./?page=transaksiPiutang&pages=1"><button
type="button" class="btn btn-default">First</button></a>';
    echo '<a href="./?page=transaksiPiutang&pages=' . ($pages -
1) . '"><button type="button" class="btn btn-
default"><<</button></a>';
}
for($i=$start_loop; $i<=$end_loop; $i++)
{
    if ($i==$pages) $class = "btn btn-primary"; else $class = "btn
btn-default";
    echo '<a href="./?page=transaksiPiutang&pages=' . $i . '"><button
type="button" class="' . $class . '">' . $i . '</button></a>';
}
if($pages < $end_loop)
{
    echo '<a href="./?page=transaksiPiutang&pages=' . ($pages +
1) . '"><button type="button" class="btn btn-
default">>></button></a>';
}
```

```

    echo                                                                                                                                            '<a
href="./?page=transaksiPiutang&pages=' . $total_pages . '"><button
type="button" class="btn btn-default">Last</button></a>';
}

```

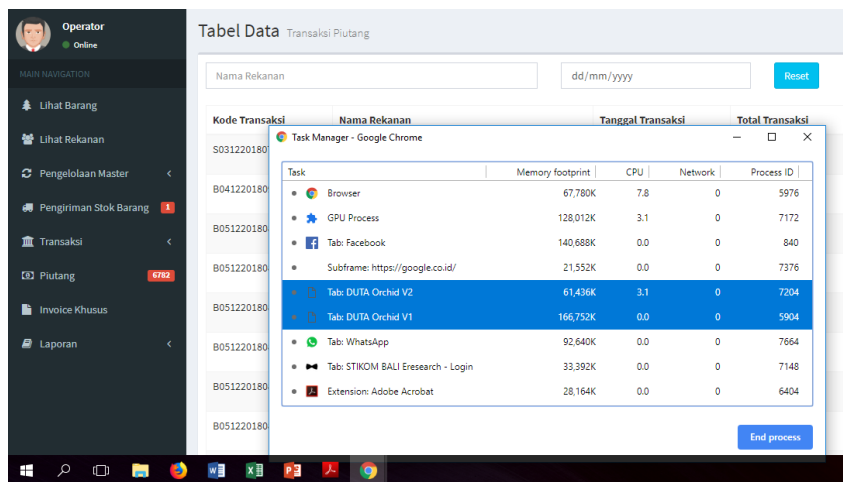
Pengujian *memory footprint*, dan penggunaan CPU dari menu piutang yang telah diperbaiki ditunjukkan oleh Gambar 6. Gambar tersebut memperlihatkan *memory footprint* dan penggunaan CPU dari SIM Nursery Angrek Versi 2 lebih rendah dari versi sebelumnya. Program Versi 2 hanya membutuhkan 3.1% CPU dan 61,436K *memory footprint* pada saat pertama kali menu ini dibuka. Sedangkan pada saat yang sama, SIM Nursery Angrek Versi 1 sedang dalam kondisi *idle*.

Waktu komputasi yang dibutuhkan untuk proses pencarian hanya 1 detik pada 6782 *record* data. Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa, SIM Nursery Angrek Versi 2 lebih hijau daripada versi sebelumnya dari sisi waktu komputasi. Hasil pengujian waktu komputasi dari SIM Nursery Angrek Versi 2 ditunjukkan oleh Tabel 5 berikut:

Tabel 5. Hasil Pengujian Volume Menu Piutang SIM Nursery Angrek Versi 2

Jumlah record data	Waktu komputasi untuk view data transaksi	Kesimpulan
100	<1 detik	Relevan
500	<1 detik	Relevan
1500	<1 detik	Relevan
2500	<1 detik	Relevan
4001	1 detik	Relevan

Gambar 6 menunjukkan tampilan menu piutang yang telah diperbaiki pada SIM Nursery Angrek Versi 2.



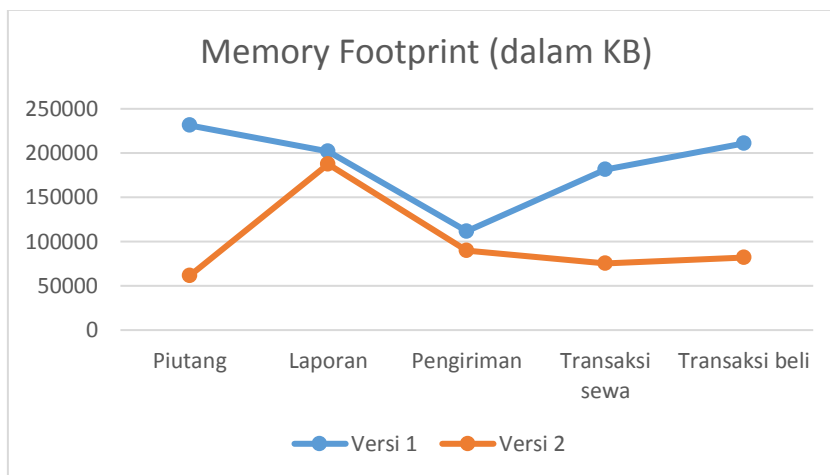
Gambar 6. Tampilan Menu Piutang Pada SIM Nursery Angrek Versi 2

Perbaikan *pagination* dan *query data* untuk fasilitas “pencarian” juga dilakukan pada setiap menu. Hasil pengujian *memory footprint* dan CPU beberapa menu pada SIM Nursery Angrek Versi 2 ditunjukkan oleh Tabel 6.

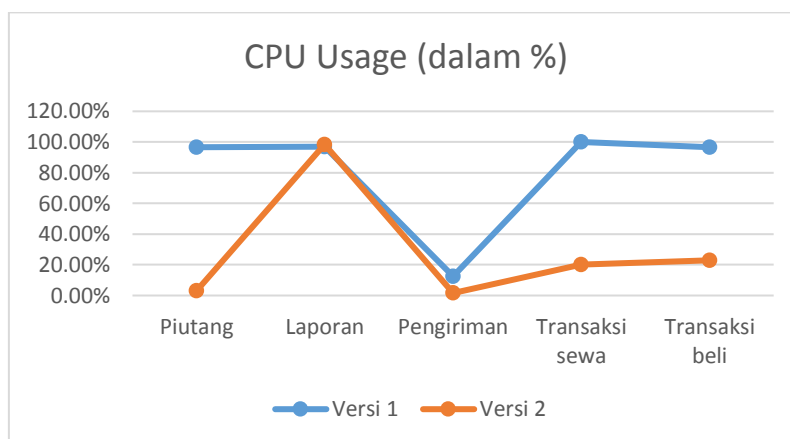
Tabel 6. Hasil Pengujian Aspek Kehijauan Performansi pada Beberapa Menu program SIM Nursery Angrek Versi 2.

Menu	Memory Footprint	CPU
Piutang	61,436K	3.1%
Laporan	187,476 K	98.4%
Pengiriman	89,856 K	1.6%
Transaksi sewa	75,420 K	20.0%
Transaksi beli	81,884 K	23%

Perbandingan *memory footprint* dan CPU dari SIM *Nursery* Anggrek Versi 1 dan Versi 2 ditunjukkan oleh Gambar 7.



Gambar 7. Perbandingan *Memory footprint* dari SIM *Nursery* Anggrek Versi 1 dan Versi 2.



Gambar 8. Perbandingan Penggunaan CPU dari SIM *Nursery* Anggrek Versi 1 dan Versi 2.

Gambar 7 dan Gambar 8 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan pada SIM *Nursery* Anggrek Versi 1 dan Versi 2 dari aspek penggunaan CPU dan *memory footprint* terutama pada Menu Transaksi Beli, Transaksi Sewa, dan Menu Piutang. Sedangkan pada Menu Laporan dan Pengiriman perbedaan tidak besar. Hal ini disebabkan karena pada menu Laporan dan Menu Pengiriman tidak terdapat perubahan *query data*, hanya perubahan *pagination* yang dapat dilakukan. Kombinasi perbaikan *query* dan *pagination* menghasilkan perubahan yang signifikan dibandingkan apabila hanya dilakukan perbaikan *pagination* saja. Namun secara keseluruhan dapat diinterpretasikan bahwa SIM *Nursery* Anggrek versi 2 lebih hijau dari versi sebelumnya.

4. Kesimpulan

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, maka kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut:

1. SIM *Nursery* Anggrek Versi 1 masih *relevan* untuk digunakan dalam jumlah *record* 0-1500 data, namun memerlukan waktu komputasi lebih dari 9 detik dalam jumlah *record* 2500, dan lebih dari 16 detik pada 4000 data. Semakin banyak waktu yang dibutuhkan untuk memproses data maka akan semakin memperberat kinerja prosesor komputer, serta penggunaan *bandwidth* menjadi lebih besar. Secara langsung hal tersebut akan menyebabkan konsumsi listrik meningkat.
2. Penggunaan *library* tambahan dalam *pagination* menyebabkan SIM *Nursery* Anggrek membutuhkan waktu komputasi yang lama, penggunaan CPU yang besar, dan *memory footprint* yang tidak sedikit.

3. SIM *Nursery* Anggrek Versi 2 merupakan perbaikan dari versi 1. Perbaikan dilakukan pada *pagination* dan *query data*. Perbaikan menghasilkan *memory footprint* yang lebih sedikit dan penggunaan CPU yang lebih rendah dari versi sebelumnya. Kombinasi perbaikan *query* dan *pagination* menghasilkan perubahan yang signifikan dibandingkan apabila hanya dilakukan perbaikan *pagination* saja.

Daftar Pustaka

- [1] Badan Pusat Statistik. Statistik Tanaman Hias Indonesia 2017. <https://www.bps.go.id/publication/2018/10/05/d1f1f00e73b215b4118fa9e0/statistik-tanaman-hias-indonesia-2017.html>. Diakses tanggal 09 Desember 2018.
- [2] Kartika, LGS., Rinatha, K., Srinadi. Sistem Informasi Manajemen Nursery Anggrek Dengan Pendekatan Pengembangan Perangkat Lunak Yang Hijau. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Dan Manajemen Sistem Informasi*, 2018, 4.2.
- [3] Naumann, S., Kern, E., Dick, M., & Johann, T. Sustainable software engineering: Process and quality models, life cycle, and social aspects. In *ICT Innovations for Sustainability* (pp. 191-205). 2015: Springer, Cham.
- [4] Penzenstadler, B. Infusing Green: Requirements Engineering for Green In and Through Software Systems. In *RE4SuSy@ RE*. 2014: pp. 44-53.
- [5] Koçak, S. A., Alptekin, G. I., & Bener, A. B. Integrating Environmental Sustainability in Software Product Quality. In *RE4SuSy@ RE*. 2015: pp. 17-24.
- [6] Taina, J. How green is your software?. In *International Conference of Software Business* (pp. 151-162). 2010: Springer, Berlin, Heidelberg.
- [7] Kern, E., Dick, M., Naumann, S., Guldner, A., & Johann, T. Green software and green software engineering—definitions, measurements, and quality aspects. Hilty et al. 2013: 87-94.
- [8] Mahmoud, S. S., & Ahmad, I. A green model for sustainable software engineering. *International Journal of Software Engineering and Its Applications*, 2013: 7(4), 55-74.