

Warehouse Nervous System untuk Meningkatkan Kemampuan Mendeteksi Stok Abnormal: Studi Kasus

Levia Valeria Yolanda¹, I Nyoman Sutapa²

Abstract: Sales in PT. X shows a good trend, sales increase from a year to year. Increasing sales can decreasing raw materials in warehouse. Actually, capacity in warehouse is full and over limit. Raw materials from suppliers can not be hold in racks. PT. X needs tool that can help supply chain team and warehouse to control the actual condition in warehouse. That tool can show the utilization rate of warehouse and make improvement to increase utilization rate of warehouse. Actually, utilization rate in warehouse is about 32%. That is shown by Warehouse Nervous System that can monitor daily space in warehouse. Some findings can cause low utilization rate. It can show the actual space based on supplier and commodity view. If it is seen by supplier view, there are 35 suppliers will be company focus and there 8 commodities that will be company focus. It is because they use 80% space in warehouse. The actual space can be compared with planning on current month. It can more helpful, if it can be implemented into a program.

Keywords: Utilization Rate, Actual Space, Monitoring.

Pendahuluan

PT. X adalah salah satu perusahaan yang berfokus pada produksi komponen listrik. PT. X mempunyai 3 pabrik untuk tempat produksi dan 1 gudang. Gudang tersebut sebagai tempat penyimpanan bahan baku yang memasok ketiga pabrik.

Penjualan di PT. X menunjukkan tren yang semakin meningkat dari tahun ke tahun. Peningkatan penjualan seharusnya disertai dengan penurunan jumlah bahan baku yang ada di gudang. Kenyataan yang terjadi adalah gudang sering berada dalam kondisi penuh bahkan melebihi kapasitas untuk menampung bahan baku yang baru datang. Selama ini, untuk membuat *vendor forecast* hanya berdasarkan *Master Production Planning* (MPP), *safety stock* dan *lead time* tanpa memperhatikan kapasitas gudang.

PT. X membutuhkan suatu alat yang dapat membantu *Supply Chain Team* dan *Warehouse Team* untuk mengontrol kondisi yang sebenarnya di gudang. Kondisi sebenarnya yang digunakan oleh bahan baku dapat dibandingkan pula dengan perencanaan pemesanan bahan baku.

Alat tersebut juga dapat menunjukkan tingkat utilitas dari gudang dan melakukan perbaikan untuk peningkatan utilitas gudang.

Metode Penelitian

DMAIC

DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve dan Control*) adalah pendekatan dengan lima langkah spesifik untuk menyelesaikan masalah. DMAIC menggunakan *control charts*, mendesain eksperimen, menganalisa proses, melakukan pengukuran dan *basic statistical tool* lainnya. Pendekatan DMAIC adalah cara efektif untuk melakukan perbaikan sebuah proses [1].

Fase *define* dimulai dengan mengidentifikasi sebuah masalah untuk memperoleh kepastian tentang lingkup permasalahan. Fase *define* membutuhkan bukti dukungan dari manajemen yang mengijinkan sebuah proyek untuk dijalankan. Fase *measure* bertujuan untuk mengumpulkan informasi tentang proses yang akan diidentifikasi. Informasi digunakan untuk memahami dengan baik apa yang sebenarnya terjadi dalam proses. Fase *measure* dimulai dengan mengumpulkan data dan mengkuantitatifkan permasalahan.

Fase *analyze* bertujuan untuk mendapatkan pemahaman yang tepat tentang hubungan sebab akibat dalam proses. *Analyze* dimulai dengan mengimplementasikan aksi yang telah diidentifikasi oleh *process improvement team* di akhir fase *measure*. Akhir dari fase *analyze*, dapat diperoleh pemahaman dari proses yang akan diperbaiki. Alat tersebut adalah eksperimen desain. Tujuan eksperimen desain adalah untuk membuat model matematika dari

^{1,2} Fakultas Teknologi Industri, Program Studi Teknik Industri, Universitas Kristen Petra. Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236. Email: levia_yolanda@hotmail.com, mantapa@petra.ac.id

proses dengan faktor *input* dari fase *analyze* [2]. Tujuan dari *control* adalah untuk menjaga proses yang dilakukan berguna dan efektif. Fase *control* digunakan untuk mendeteksi dengan cepat keadaan yang tidak sesuai dan munculnya permasalahan yang lain [3].

Manajemen Rantai Pasok

Rantai pasok terdiri dari semua aktifitas dalam mentransformasi bahan baku hingga menjadi barang jadi atau jasa yang mencapai kepada konsumen. Manajemen rantai pasok terdiri dari perencanaan, mendesain dan mengontrol alur dari material, informasi dan keuangan dengan cara yang efektif dan efisien. Alur dari material dapat terintegrasi jika alur dari informasi dan keuangan juga terintegrasi. Rantai pasok tidak hanya membicarakan tentang manufaktur, *supplier* dan distributor, tetapi juga tentang *transporter*, gudang dan konsumen. Perusahaan yang tidak mengatur rantai pasoknya akan menyebabkan biaya inventori yang besar dan pada akhirnya kehilangan konsumen karena produk yang tepat tidak tersedia di tempat dan waktu yang tepat [4].

Manajemen Pergudangan

Gudang adalah sebuah *trans-shipment point* dimana semua barang jadi diterima dan dikirimkan secepatnya secara efektif dan efisien. Beberapa proses yang terjadi di gudang adalah *receiving*, *quality checking*, *replenishment*, dan *shipping*. *Receiving* adalah proses penerimaan barang dari *supplier* dan akan dicek kualitasnya untuk memastikan kualitas yang sesuai dengan standar perusahaan. Perusahaan akan melakukan penempatan material ke rak-rak atau ruang penyimpanan. Barang-barang yang ada di gudang akan dikirimkan apabila ada pesanan [5].

Manajemen Inventori

Inventori terdiri dari bahan baku, barang setengah jadi, barang yang digunakan dalam operasi dan barang jadi. Untuk menyimpan inventori perlu memperhatikan beberapa alasan, seperti *predictability*, fluktuasi permintaan, kelangkaan *supply*, *cost*, *quantity discount* [6].

Manajemen inventori juga perlu memperhatikan *inventory cost* (*capital cost*, *holding cost*, *ordering cost*, dan *shortage cost*), klasifikasi inventori dan *reorder point*. Klasifikasi inventori dibagi berdasarkan *value annual usage* dan frekuensi permintaan. Klasifikasi berdasarkan *value annual usage* disebut klasifikasi ABC (mulai dari *low*, *medium* dan *high value*) [7]. Klasifikasi berdasarkan frekuensi permintaan dise-

but dengan klasifikasi FMR (*Fast, Medium and Rare mover*) [8]. *Reorder point* adalah suatu titik dimana perusahaan perlu melakukan pemesanan kembali untuk dapat memenuhi produksi dengan memperhatikan MRP (*Material Requirement Planning*), BOM (*Bill of Material*), *lead time* dan *safety stock*.

Hasil dan Pembahasan

Memetakan Kapasitas Gudang

Gudang dari PT. X terdiri dari dua lot, yaitu Lot 15 dan Lot 16. Kedua lot memiliki ruang penyimpanan ber-AC dan tidak ber-AC. Selain itu, setiap lot juga memiliki ruang karantina untuk menyimpan material yang berharga. Masing-masing lot memiliki rak-rak yang dibagi menjadi kolom-kolom hingga bin-bin. Total bin yang ada di gudang adalah 21.490 bin. Bin yang ada di gudang bisa berupa *fix bin* atau *dynamic bin*. *Fix bin* hanya digunakan untuk menyimpan material khusus.

Lot 15 memiliki 19 rak dengan rincian, yaitu enam rak berada di ruangan *non AC*, empat rak di ruangan ber-AC dan sembilan rak di ruang karantina. Lot 16 memiliki 27 rak dengan rincian, yaitu 14 rak di ruangan *non AC*, 11 rak di ruangan ber-AC, dua rak di ruang karantina.

Kapasitas dari Lot 15 adalah 3.005,18 m³ dan kapasitas Lot 16 adalah 7.407,52 m³. Total seluruh kapasitas yang dimiliki oleh gudang PT. X adalah 10.412,7 m³. Kapasitas Lot 15 sekitar 30% dari total gudang, sedangkan Lot 16 sekitar 70% dari total kapasitas gudang.

Komoditas Material

PT. X memiliki berbagai macam material yang disimpan di dalam gudang. Beberapa material dengan tipe yang sama akan dikelompokkan ke dalam komoditas yang sama. Terdapat 74 komoditas yang dimiliki oleh PT. X untuk mengelompokkan material yang digunakan oleh perusahaan. Dari 11.886 material yang dimiliki oleh PT. X, hanya 11.741 material yang dapat diidentifikasi berdasarkan komoditasnya (98,78%).

Kuantitas Stok per Bin di Gudang (LX02)

LX02 adalah salah satu data yang dibutuhkan untuk dapat melihat posisi material di bin, jumlah yang tersedia dan informasi lainnya yang berhubungan dengan material yang ada di gudang dan di masing-masing pabrik. Kasus kali ini hanya berfokus pada material yang disimpan di dalam gudang saja.

Tabel 1. Ringkasan LX02 pada 2-13 Mei 2016

Tanggal	Lot 15	Lot 16	Lainnya	Total
2-Mei-16	9195	21735	11537	42431
3-Mei-16	9099	21717	11435	42251
4-Mei-16	9086	21771	11207	42064
9-Mei-16	9208	21756	11153	42117
10-Mei-16	9226	21745	11488	42459
11-Mei-16	9177	21590	11665	42432
12-Mei-16	9118	21744	11617	42479
13-Mei-16	9112	21703	11427	42242

Tabel 2. Utilitas berdasarkan jumlah bin

Tanggal	<50%	50-70%	>70%	Total
2-Mei-16	16,545	2,217	2,728	21,490
3-Mei-16	16,601	2,210	2,679	21,490
4-Mei-16	16,689	2,154	2,647	21,490
9-Mei-16	16,816	2,087	2,587	21,490
10-Mei-16	16,828	2,094	2,568	21,490
11-Mei-16	16,848	2,064	2,578	21,490
12-Mei-16	16,843	2,089	2,558	21,490
13-Mei-16	16,873	2,098	2,519	21,490

Tabel 3. Utilitas berdasarkan jumlah rak

Tanggal	<50%	50-70%	>70%	Total
2-Mei-16	44	2	0	46
3-Mei-16	44	2	0	46
4-Mei-16	44	2	0	46
9-Mei-16	45	1	0	46
10-Mei-16	45	1	0	46
11-Mei-16	45	1	0	46
12-Mei-16	45	1	0	46
13-Mei-16	45	1	0	46

Kondisi yang tercatat dalam LX02 dapat berubah sewaktu-waktu, maka diambil data LX02 setiap hari mulai 2 Mei 2016 hingga 13 Mei 2016 di antara pukul 08.00 hingga 10.00 pagi. Jumlah material yang tersimpan setiap harinya di gudang akan berubah-ubah sesuai dengan pergerakan material yang terjadi di gudang (material datang dan dikirimkan). Jumlah material memang akan berubah, namun tidak terlalu jauh berbeda, yaitu sekitar 42.000 material yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Dimensi dan Kuantitas per Box Material

Kasus ini juga membutuhkan dimensi *box* yang digunakan untuk menyimpan material dan jumlah material yang dapat disimpan dalam satu *box*. Total komponen yang terdaftar dalam *list component* adalah 11.886 material. Dari 11.886 material, hanya 407 material yang masih belum teridentifikasi dimensi *box*-nya, dan 899 material yang masih belum teridentifikasi kuantitas per *box*.

Tingkat Utilitas Harian

Data LX02 yang ditarik setiap harinya akan digunakan untuk menghitung jumlah material yang tersedia di gudang dan dibandingkan dengan kapasitas gudang, sehingga bisa memperoleh tingkat utilitas per bin, rak dan gudang.

$$\text{Number of box} = \text{roundup} \left(\frac{\text{stock each bin}}{\text{qty/box}} \right) \quad (1)$$

$$\text{Actual space occupied} = \text{numb of box} \times \text{box dimension} \quad (2)$$

$$\text{UR Bin} = \frac{\text{Actual space occupied per bin}}{\text{Bin capacity}} \times 100\% \quad (3)$$

$$\text{UR Row} = \frac{\text{Actual space occupied per row}}{\text{Row capacity}} \times 100\% \quad (4)$$

$$\text{UR Lot} = \frac{\text{Actual space occupied per lot}}{\text{Lot capacity}} \times 100\% \quad (5)$$

$$\text{UR warehouse} = \frac{\text{Total space occupied}}{\text{Warehouse capacity}} \times 100\% \quad (6)$$

Utilitas per bin akan dibagi kembali menjadi tiga kelompok, yaitu “Higher than 70%”, “Less than 70% and Higher than 50%”, dan “Less than 50%”. Jumlah bin yang utilitasnya kurang dari 50% lebih tinggi dari tingkat utilitas lainnya yang dapat dilihat pada Tabel 2. Kasus ini mengasumsikan sebuah utilitas dianggap penuh jika telah mencapai 70%.

Utilitas juga dilihat dari sisi rak yang ada. Jumlah rak yang memiliki utilitas lebih dari 70% adalah tidak ada. Sebagian besar (44 hingga 45 rak dari total 46 rak) memiliki utilitas kurang dari 50%. Hal tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.

Utilitas juga dilihat dari sisi per lot. Utilitas dari Lot 15 hanya sebesar 30-32%. Hal yang hampir serupa dengan Lot 16, yaitu utilitas Lot 16 hanya berkisar 33-36%. Hal tersebut dapat dilihat pada Tabel 4. Total utilitas dari gudang yang ada adalah berkisar 32% hingga 35%. Hal tersebut dapat dilihat pada penggunaan yang sebenarnya yang lebih kecil dari kapasitas yang dimiliki oleh gudang atau pada Tabel 5. Tingkat utilitas yang kecil disebabkan oleh cara peletakan material yang hanya di sisi depan bin saja. Bin tampak seperti penuh, padahal bin masih kosong di bagian belakangnya.

Penggunaan Ruang Aktual dari Sisi Supplier

Penggunaan kapasitas yang ada di gudang juga dilihat dari segi *supplier* yang menempati. Pada kasus ini, tidak akan membahas besar pemakaian yang dilakukan oleh semua *supplier*, hanya 80% *supplier* dengan penggunaan kapasitas gudang terbesar yang akan menjadi fokus. Ada 35 *supplier* yang masuk dalam 80% penggunaan ruang terbesar di gudang.

Tabel 4. Utilitas berdasarkan Lot 15 dan Lot 16 (m³)

Tanggal	Aktual Lot 15	Kapasitas Lot 15	Aktual Lot 16	Kapasitas Lot 16
2-Mei-16	976.49	3,005.18	2,636.41	7,407.52
3-Mei-16	951.91	3,005.18	2,595.35	7,407.52
4-Mei-16	931.05	3,005.18	2,564.44	7,407.52
9-Mei-16	908.11	3,005.18	2,500.91	7,407.52
10-Mei-16	924.60	3,005.18	2,470.86	7,407.52
11-Mei-16	941.43	3,005.18	2,458.36	7,407.52
12-Mei-16	938.16	3,005.18	2,454.90	7,407.52
13-Mei-16	945.05	3,005.18	2,431.54	7,407.52

Tabel 5. Utilitas Gudang (m³)

Tanggal	Aktual	Kapasitas	Utilitas
2-Mei-16	3,612.89	10,412.70	35%
3-Mei-16	3,547.26	10,412.70	34%
4-Mei-16	3,495.49	10,412.70	34%
9-Mei-16	3,409.02	10,412.70	33%
10-Mei-16	3,395.46	10,412.70	33%
11-Mei-16	3,399.79	10,412.70	33%
12-Mei-16	3,393.06	10,412.70	33%
13-Mei-16	3,376.60	10,412.70	32%

Penggunaan oleh 35 *supplier* hanya sekitar 2537 m³, sedangkan perencanaan ruang yang akan digunakan oleh 35 *supplier* adalah sebesar 4521,68 m³. Hal tersebut menunjukkan pemakaian yang masih di bawah perencanaan atau tidak melebihi kapasitas, seperti yang ditunjukkan oleh Tabel 6. Hanya ada beberapa *supplier* yang perencanaannya memang lebih kecil dari pemakaian aktualnya.

Penggunaan Ruang Aktual dari Sisi Komoditas

Penggunaan ruang yang tersedia di gudang juga dilihat dari segi komoditas yang menjadi pemakai terbesar. 80% komoditas yang memakai ruang terbesar sebanyak delapan komoditas. Penggunaan ruang oleh kedelapan komoditas dapat dilihat pada Tabel 7 apabila dibandingkan dengan perencanaan di bulan terkait. Perencanaan di bulan Mei masih lebih besar dari penggunaan sebenarnya oleh komoditas-komoditas tersebut. Hanya beberapa komoditas yang memang melebihi dari perencanaan, namun hal tersebut dapat menunjukkan secara umum bahwa penggunaan ruang di gudang masih belum penuh jika dilihat dari segi perencanaan.

Error dan Validasi

Error yang terjadi dalam kasus ini adalah kesalahan pengambilan data untuk dimensi *box* dan kuantitas per *box*. Selain itu, ada pula peletakan material yang tidak sesuai dengan kondisi di LX02. Standar yang digunakan untuk penyimpanan barang adalah satu *box* hanya akan menyimpan satu jenis material, namun ditemukan pula beberapa jenis material ada di dalam satu *box*.

Tabel 6. Penggunaan ruang di gudang oleh 35 *supplier*

Perencanaan (Mei 2016)	4521,68
Aktual (2-Mei-2016)	2675,07
Aktual (3-Mei-2016)	2640,18
Aktual (4-Mei-2016)	2582,82
Aktual (9-Mei-2016)	2510,22
Aktual (10-Mei-2016)	2466,15
Aktual (11-Mei-2016)	2475,06
Aktual (12-Mei-2016)	2466,13
Aktual (13-Mei-2016)	2486,76

Tabel 7. Penggunaan ruang di gudang oleh 8 komoditas

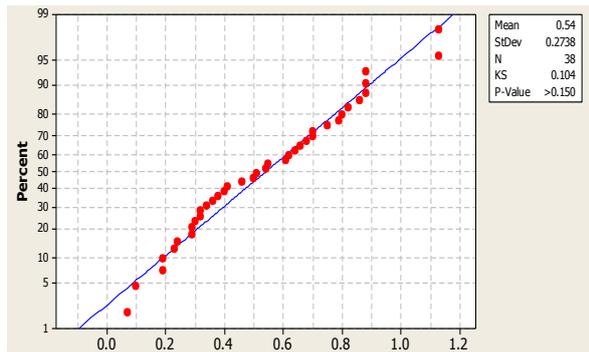
Perencanaan (Mei 2016)	4624,64
Aktual (2-Mei-2016)	2894,31
Aktual (3-Mei-2016)	2863,22
Aktual (4-Mei-2016)	2832,31
Aktual (9-Mei-2016)	2749,04
Aktual (10-Mei-2016)	2707,00
Aktual (11-Mei-2016)	2716,07
Aktual (12-Mei-2016)	2712,23
Aktual (13-Mei-2016)	2725,25

Hal tersebut mengakibatkan *error* yang muncul pada hasil perhitungan utilitas. Jumlah material yang sangat banyak, juga menyebabkan beberapa material tidak teridentifikasi dimensi atau kuantitas per *box*-nya. *Error* yang disebabkan oleh belum ditemukannya data dimensi dan kuantitas per *box*, hanya sekitar 5% dari total material yang tercatat di LX02 seperti pada Gambar 1. Jumlah material yang belum teridentifikasi dimensi atau kuantitas per *box*-nya ditandai dengan warna merah.

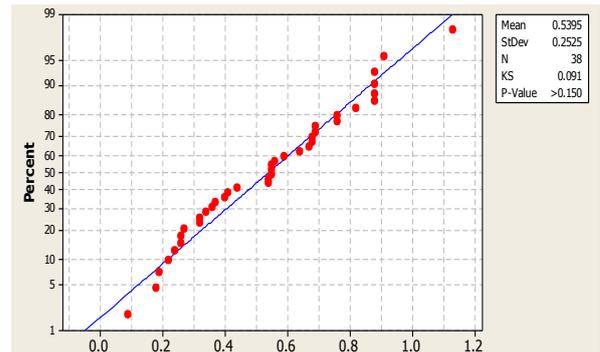
Validasi untuk model yang sudah dibuat untuk menghitung utilitas dari gudang, menggunakan pengujian *Paired T-Test*. Pengujian tersebut menggunakan *sample* bin sebanyak 38 bin. Pengujian tersebut menggunakan data hasil penghitungan model yang dibuat dan hasil pengukuran manual terhadap bin yang ada di gudang. Pengujian diawali dengan uji normal kedua data. Hasil uji normal untuk data hasil perhitungan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 1. Analisa *error* untuk material LX02



Gambar 2. Uji normal data hasil perhitungan model



Gambar 3. Uji normal data hasil pengukuran manual

Sedangkan hasil uji normal data hasil pengukuran manual di gudang dapat dilihat pada Gambar 3. Pengujian menggunakan hipotesis null, yaitu data berdistribusi normal dan hipotesis alternatif, yaitu data tidak berdistribusi normal. Gambar 2 dan Gambar 3 menunjukkan bahwa nilai *P-value* lebih besar dari alfa (0,05), maka kedua data tersebut berdistribusi normal.

Pengujian dilanjutkan dengan pengujian *Paired T-Test*. Pengujian ini akan membandingkan hasil utilitas dari perhitungan model dengan utilitas hasil pengukuran manual. Hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 4. Pengujian menggunakan hipotesis null, yaitu perbedaan antara rata-rata utilitas hasil perhitungan dan pengukuran manual tidaklah signifikan. Hipotesis alternatif yang digunakan adalah perbedaan rata-rata antara kedua data memang signifikan. Nilai *P-value* menunjukkan nilai yang lebih besar nilai alfa (0,05), maka perbedaan *mean* dari kedua data tidaklah signifikan. Hal tersebut menunjukkan bahwa model perhitungan dapat mempresentasikan keadaan yang sebenarnya.

Simpulan

Tingkat utilitas di gudang PT. X masih belum penuh, yaitu 32% dari kapasitas total dengan pertimbangan gudang dianggap penuh jika sudah terpakai 70%. Beberapa temuan mengenai gudang yang selalu tampak penuh adalah beberapa penempatan material yang hanya di bagian depan saja, sehingga tampak penuh, padahal masih ada ruang kosong di bagian belakang. Hasil perhitungan dengan menggunakan model ini tidak jauh berbeda dengan keadaan yang sebenarnya. Model ini akan lebih mudah lagi dioperasikan apabila dapat diaplikasikan ke dalam sebuah program yang memakan biaya sekitar 5000-6000 USD. Perusahaan juga dapat berfokus pada 35 *supplier* pengguna terbanyak gudang dengan melakukan *special replenishment strategy*.

Paired T for UR - BLP_NS

	N	Mean	StDev	SE Mean
UR	38	0.5395	0.2525	0.0410
BLP_NS	38	0.5400	0.2738	0.0444
Difference	38	-0.0005	0.0658	0.0107

95% CI for mean difference: (-0.0222, 0.0211)

T-Test of mean difference = 0 (vs not = 0): T-Value = -0.05 P-Value = 0.961

Gambar 4. Uji *paired T-test*

Usaha untuk meningkatkan utilitas gudang, juga dapat ditinjau kembali proses *picking* material, sehingga ruang di belakang bin juga dapat dimanfaatkan.

Daftar Pustaka

1. Montgomery, D. C., *Introduction to Statistical Quality Control, 6th ed.*, John Wiley & Sons, Inc., United States of America, 2009.
2. Shankar, R., *Process Improvement Using Six Sigma: A DMAIC Guide*, ASQ Quality Press, Milwaukee, 2009.
3. Carroll, C. T., *Six Sigma for Powerful Improvement: A Green Belt DMAIC Training System with Software Tools and a 25-Lesson Course*, CRC Press, Boca Raton, 2013.
4. Shah, J., *Supply Chain Management: Text and Cases*, Pearson Education, New Delhi, 2009.
5. Richards, G., *Warehouse Management: A Complete Guide to Improving Efficiency and Minimizing Costs in the Modern Warehouse*, Kogan Page, United States, 2014.
6. Muller, M., *Essentials of Inventory Management, 2nd ed.*, AMACOM, United States of America, 2011.
7. Mercado, E. C., *Hands-On Inventory Management*, Auerbach Publications, Boca Raton, 2007.
8. Cortes, P., Escudero, A., and Maeso, E., *Enhancing Synergies in A Collaborative Environment*, Springer International Publishing, Switzerland, 2015.

