

## ANALISIS DEFECT DAN KUALITAS PRODUK WRITING AND PRINTING PAPER DENGAN SIX SIGMA

Nurul Aziza<sup>1</sup>, Muhammad Afandi<sup>2</sup>

Teknik Industri, Fakultas Teknik  
Universitas Maarif Hasyim Latif, Sidoarjo, Indonesia  
e-mail : <sup>1</sup>nurul\_aziza@dosen.umaha.ac.id, <sup>2</sup>fndmhmd20@gmail.com

Diterima: 18 April 2018. Disetujui : 15 Juni 2018. Dipublikasikan : 29 Juni 2018



©2018 –TESJ Fakultas Teknik Universitas Maarif Hasyim Latif. Ini adalah artikel dengan akses terbuka di bawah lisensi CC BY 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

### ABSTRAK

Persaingan di industri yang semakin ketat, mendorong perusahaan untuk lebih mengembangkan dan mencari cara agar proses produksi dapat berjalan efisien dan efektif. Salah satu produk yang dihasilkan oleh perusahaan adalah *writing dan printing paper recycle* (WPR) yang berusaha menekan angka *defect* yang dirasakan masih tinggi. *Six sigma* sebagai salah satu *tool* dalam peningkatan kualitas dengan target 3,4 kegagalan per sejuta kesempatan untuk setiap transaksi setiap produk barang dan jasa dengan mengaplikasikan siklus *define, measure, analysis, improve, dan control* (DMAIC) yang bersifat teknik pengendalian dan peningkatan kualitas dalam bidang manajemen kualitas. Dengan menggunakan metode *six sigma*, kualitas WPR dan dihasilkan perusahaan cukup baik yaitu 3,19 sigma dengan tingkat *defect* 45.005 untuk sejuta produksi (DPMO). Implementasi peningkatan *six sigma* pada penelitian ini menyimpulkan bahwa terdapat 5 (lima) faktor yang menyebabkan *defect* yaitu *dirtcount* sebanyak 41.670 ton, *gramature* sebanyak 32.103 ton, *caliper* sebanyak 30.799 ton, *brightness* sebanyak 28.909 ton, *coppsize* sebanyak 26.911 ton. Diantara kelima jenis *defect* yang dihasilkan, faktor *dirtcount* adalah penyebab dominan. Dengan *six sigma* dapat diketahui juga bahwa indeks Cpm sebesar 2,6140 yang berarti bahwa perusahaan dianggap kompetitif dalam persaingan.

**Kata kunci :** defect, dpmo, dmaic, kualitas, six sigma, writing and printing paper recycle

### PENDAHULUAN

Perkembangan industri sangat berkembang pesat di Indonesia, yang mengakibatkan makin kompleksnya tingkat persaingan pasar. Hal inilah yang memicu perusahaan untuk mempertahankan market share agar mampu mempertahankan dan bahkan meningkatkan penjualan. Menurut (Gaspersz, 2007) pengendalian kualitas adalah teknik operasional dan aktifitas yang digunakan untuk meningkatkan permintaan akan kualitas. Oleh sebab itu perusahaan selalu dituntut untuk meningkatkan kualitas produk yang dimulai dari berkualitasnya proses di lini produksi agar bisa berjalan secara efisien dan efektif. Namun kenyataannya sering terjadi penyimpangan yang menghasilkan produk yang dikategorikan sebagai produk cacat (*defect*). Untuk melakukan pengendalian kualitas, ada beberapa pendekatan pengendalian kualitas yang dipilih yang sesuai dengan kriteria yang tepat bagi perusahaan (Ahyari, 1990). Demikian halnya dengan industri kertas, raw material yang digunakan adalah serat kayu yang diolah sedemikian rupa menjadi *pulp*. Semakin lama ketersediaan kayu sebagai bahan dasar *pulp* semakin menipis sehingga harga pulp kertas menjadi mahal. Hal ini yang mendorong

perusahaan untuk menggunakan bahan kertas bekas (*recycle*) sebagai bentuk program efisiensi produksi. Dampak penggunaan raw material yang berasal dari bahan bekas menyebabkan produk dengan tingginya *defect*.

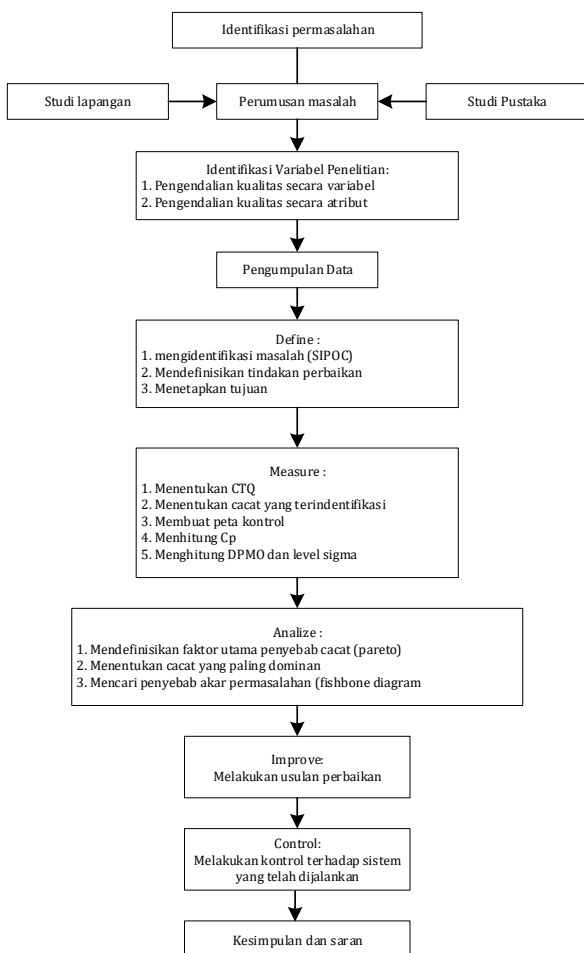
*Six sigma* adalah metode yang dipakai dalam penelitian ini dikarenakan metode ini mampu menjawab terkait peningkatan kualitas dalam manajemen kualitas menuju target 3,4 kegagalan per sejuta kesempatan untuk setiap kegiatan produksi (Gaspersz, 2005). Penerapan *Six sigma* mampu diaplikasikan pada berbagai bidang yaitu pada proyek konstruksi dalam artikel (Latief & Utami, 2009). Penelitian ini juga didasarkan atas penelitian sebelumnya yaitu aplikasi *six sigma* dan *kaizen* (Susetyo & Winarni, 2011). Juga penelitian (Bozek & Hamrol, 2012) tentang analisis *lean production* dan *six sigma* pada produksi perusahaan. Maka bisa dikatakan bahwa *six sigma* adalah hasil revolusi terakhir dari *quality improvement* yang berkembang sejak tahun 1940-an (Manggala, 2005).

### METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *six sigma* yang diterapkan pada bidang manufacturing, maka ada 6 aspek yang perlu diperhatikan yaitu sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi karakteristik produk yang memuaskan pelanggan (sesuai kebutuhan dan harapan konsumen).
2. Mengklasifikasikan semua karakteristik kualitas sebagai CTQ (*Critical To Quality*).
3. Menentukan apakah setiap CTQ tersebut dikendalikan melalui pengendalian material, mesin proses dan lain-lain.
4. Menentukan batas toleransi untuk setiap CTQ apakah sesuai keinginan konsumen (menentukan UCL dan LCL dari setiap CTQ).
5. Menentukan maksimum variasi proses untuk setiap CTQ (menentukan standar deviasi untuk setiap CTQ).
6. Mengubah desain produk dan atau proses produksi sedemikian rupa agar mampu mencapai nilai target *six sigma*

Konsep penelitian ini diperlihatkan pada gambar 1.



Gambar 1. Konsep berpikir penelitian

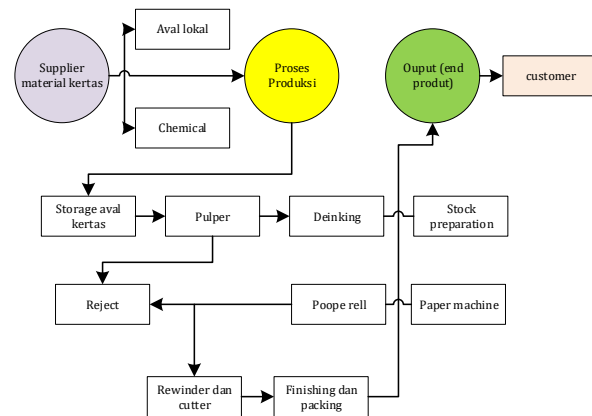
Sedangkan langkah analisis tingkat *sigma* dan DPMO dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Langkah analisis tingkat six dan DPMO

Langkah	Tindakan	Persamaan
1	Proses apa yang ingin diketahui	
2	Barapa unit diproduksi	
3	Berapa banyak produk cacat	
4	Menghitung tingkat cacat berdasarkan poin 3	Langkah 3/4
5	Menentukan CTQ penyebab produk cacat	Banyaknya karakteristik CTQ
6	Menghitung peluang cacat katakarakteristik CTQ	Karakteristik CTQ
7	Menghitung kemungkinan cacat per DPMO	Langkah 6 x 1.000.000
8	Konversi DPMO kedalam nilai sigma	

### Pengumpulan Data

Langkah awal adalah dengan membuat diagram SIPOC (*supplier - input - process - output - customers*). Diagram SIPOC dapat digambar pada gambar 2.



Gambar 2. Diagram alir proses produksi

Penjelasan dari gambar 2, sebagai berikut:

1. *Storage aval kertas HVS*:
  - Proses diawali dari penerimaan material berupa aval HVS sebagai bahan dasar pembuatan WPR.
  - Sebelum proses aduk di pulper terlebih dahulu aval HVS dengan memisahkan beberapa kriteria kertas yang tidak bisa hancur yang biasanya berupa kertas yang mengandung lem.
2. *Pulper*, yaitu proses penghancuran kertas menggunakan metode *high consistency pulper (HCP)* dengan menggunakan bahan chemical tertentu.
3. *Deinking*, adalah serangkaian proses pemisahan tinta yang terkandung dalam serat kertas dengan metode enzim. Dalam proses deinking ini terdapat beberapa proses *critical* yang meliputi *bleaching, floatyasing* dan *washing*.
4. *Stock preparation*, yaitu sistem pengolahan struktur *slurry* kertas dengan mengkondisikan struktur serat terhadap kebutuhan bahan baku ideal dalam pembuatan WPR. Dalam proses ini yang paling *critical* adalah *consistency, freeness*,

- dan *adjustment* warna menggunakan *OBA* dan *Dyes*.
- Paper machine*, adalah mesin pembuat kertas yang mengubah *slurry* menjadi kertas dengan serangkaian proses *screener*, *preasing*, penambahan enzim, *size press*, *drying* hingga menjadi kertas.
  - Poope rell*, adalah sejenis poros yang terbuat dari besi yang digunakan untuk kertas setelah proses di *paper machine*. Dalam tahap ini kertas tergulung dalam poros besi yang dinamakan *jumbo roll*.
  - Rewender* dan *cutter*, yaitu urutan proses dalam satu lini dengan produksi. Proses *rewender* adalah proses gulung baik *paper* dari *poope rell* yang bertujuan memperbaiki struktur kertas menjadi lebih baik dan halus. Setelah digulung balik, kertas langsung terpotong sesuai ukuran yang diinginkan dan langsung tertata rapi diatas *pallet*, proses ini dinamakan proses *cutter*.
  - Finishing* dan *packing*, yaitu proses akhir dalam pembuatan WPR yang meliputi proses *finishing* yaitu *cutting* dengan ukuran A4 ataupun A3 sesuai dengan *order cutting* yang direncanakan. Setelah proses *cutting* selesai, *paper* dipacking dalam karton yang siap dipasarkan.
  - End product*, yaitu produk akhir yang dikemas dalam karton yang disimpan dalam gudang barang jadi sebelum dikirim untuk memenuhi kebutuhan konsumen.

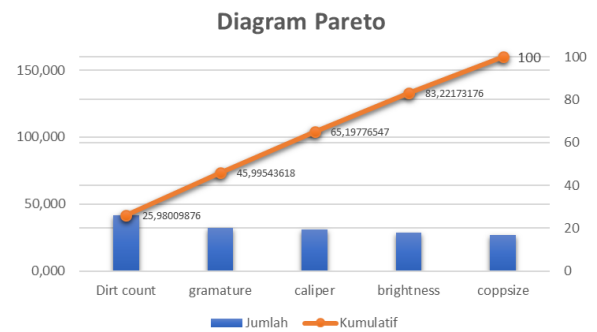
### HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan pengumpulan data hasil produksi didapatkan 5 (lima) penyebab *defect* yang menjadi penyebab potensial dalam menghasilkan produk WPR yaitu sebagai berikut:

- Kertas kotor (*dirt count* > spesifikasi), yaitu adanya bintik-bintik hitam pada paper yang disebabkan kurang terangkatnya tinta dengan sempurna pada proses *floatasi* di *deinking*. Bintik hitam ini mempengaruhi kualitas visual kertas pada saat digunakan dalam proses print, fotokopi atau pencetakan lainnya.
- Copp size*, yaitu ketahanan paper terhadap resapan air. Parameter propertis ini menggunakan satuan  $gr/m^2$ .
- Warna pudar (*brightness*), warna pudar dalam industri kertas disebut dengan *brightness*. Semakin tinggi nilai *brightness* maka akan semakin cerah warna kertas dan begitupun sebaliknya.
- Caliper*, merupakan ketebalan dari *ply paper* dalam satuan *micron*. Dalam hal ini kertas tidak boleh terlalu tipis karena akan menyebabkan tinta tembus pada saat proses *print* dan tidak boleh terlalu tebal karena akan menyebabkan berkurangnya *end product*.

- Gramature*, yaitu berat kertas yang dihitung dengan membandingkan berat/meter persegi ( $gr/m^2$ ).

Berikut adalah jumlah cacat pada masing-masing jenis cacat pada produksi WPR pada gambar 3.



Gambar 3. Jenis cacat dan jumlah cacat

### Analisis Diagram Kontrol (P-Chart)

- Menghitung *mean* ( $p$ ) atau rata-rata proporsi produk cacat dengan rumus:

$$p = \frac{\sum np}{n} \quad (1)$$

- Menetapkan peta kendali proporsi kesalahan model rata-rata dengan rumus:

$$n = \frac{\text{total produksi}}{\text{jumlah observasi}} \quad (2)$$

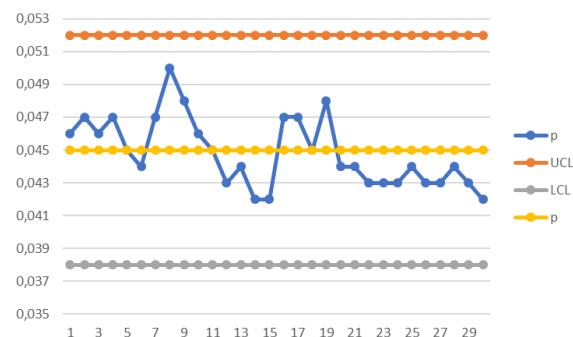
- Menetapkan batas kendali atas (UCL)

$$UCL = p + \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} \quad (3)$$

- Menetapkan batas kendali bawah (LCL)

$$LCL = p - \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} \quad (4)$$

Hasil perhitungan batas kendali atas dan batas kendali bawah dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Peta Kendali (p-Control Chart)

Berdasarkan gambar 4 peta kendali, data menunjukkan bahwa masih dalam batas kendali atas dan kendali bawah, namun masih relatif tinggi karena rata-rata proporsi *defect* masih mencapai 0,045 atau 4,5%. Hal ini menyatakan bahwa masih

perlu dilakukan perbaikan kualitas hingga mencapai nilai terendah sebesar 0%.

**Perhitungan DPMO**

Untuk mengukur tingkat *six sigma* dari hasil produksi dilakukan dengan menggunakan rumus:

- Menghitung DPU (*defect per unit*)

$$DPU = \frac{\text{total cacat produk}}{\text{jumlah produksi}} \quad (5)$$

- Menghitung menghitung DPMO (*defect per million opportunities*)

$$DPMO = \frac{\text{total cacat produk}}{\text{jumlah produksi}} \times 1.000.000 \quad (6)$$

- Mengkorversikan hasil perhitungan DPMO dengan tabel *six sigma* untuk mendapatkan nilai sigma.

Berdasarkan hasil perhitungan, didapatkan rata-rata nilai sigma 3,19 dengan kemungkinan kerusakan sebanyak 45.004 sejuta produksi. Hal menyebabkan kerugian yang sangat besar bagi perusahaan.

**Perhitungan Process Capability**

Indeks Cpm digunakan untuk mengukur kapabilitas potensial atau yaang melekat dari suatu proses yang diasumsikan stabil, yang bisa dirumuskan sebagai berikut:

$$Cpm = \frac{(UCL-LCL)}{\sqrt{(\mu-T)^2 + \sigma^2}} \quad (7)$$

Dengan nilai  $\sigma^2$  didapatkan dari rumus:

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \mu)^2}{N} \quad (8)$$

Dengan asumsi T (*target defect*) maksimal 5% maka diperoleh :

$$T = 5\% \times \mu \text{ produk}$$

$$T = 5\% \times 118.797$$

$$T = 5,940$$

Dengan demikian, maka nilai Cpm dapat diketahui.

$$Cpm = \frac{(0,052 - 0,038)}{\sqrt{(0,045 - 0,05)^2 + 0,00000373}}$$

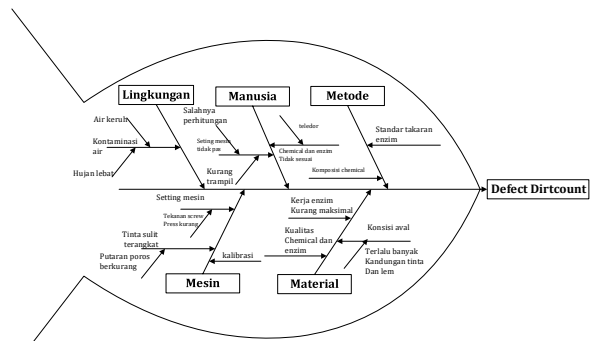
$$Cpm = \frac{0,014}{0,005535575}$$

$$Cpm = 2,61401292$$

**Diagram Sebab Akibat**

Diagram sebab akibat menunjukkan hubungan antara permasalahan yang dihadapi dengan kemungkinan penyebabnya serta faktor lain yang mempengaruhinya. Berdasarkan hasil wawancara dan survei lapangan, didapatkan gambar 5 diagram sebab akibat penyebab kecacatan.

Langkah selanjutnya adalah menyusun suatu rekomendasi usulan perbaikan yang bersifat umum dalam upaya meminimasi tingkat kecacatan produk yaitu seperti yang dapat dilihat pada tabel 2.



Gambar 5. Diagram sebab-akibat jenis cacat dirtcount

Tabel 2. Rekomendasi usulan tindakan perbaikan untuk jenis cacat dirtcount

Faktor	Faktor penyebab	Standar normal	Usulan perbaikan
Mesin	Tinta sulit terangkat	Putaran poros flotasi 80-90	Putaran poros flotasi tidak stabil, perlu dijadwalkan kegiatan kalibrasi secara rutin
	Kerja enzim kurang maksimal	Tekanan screw otomatis	Sebaiknya dilakukan setting manual
Manusia	Settingan mesin deinking kurang pas sehingga performansi mesin menurun	Sudah disetting	Perlu adanya training untuk operator baru yang belum berpengalaman
	Konsumsi enzim dan chemical lainnya tidak sesuai takaran	Sudah ada standar komposisi yang pas	Perlu adanya pengawasan saat adjustment chemical dan enzim sehingga bisa meminimalkan ketidakteelitian operator
Material	Kualitas enzim dan chemical menurun	Telah dicek kualitas dan kuantitas saat produk datang	Perlu adanya recheck berkala sampai enzim dan chemical digunakan saat proses produksi untuk mengetahui apakah kondisi enzim masih stabil
	Terlalu banyak kandungan tinta dan lem pada bahan awal	Hanya check kuantitas dan kelayakan visual	Dilakukan kontrol pada tahap pulping sehingga mengetahui kualitas slurry dan bisa dilakukan adjustment chemical di tahap selanjutnya
Metode	Komposisi chemical tetap dan tidak menyesuaikan kondisi awal	Komposisi chemical sesuai kondisi standar yang ditetapkan	Dilakukan pengamatan terhadap kecerahan awal sehingga dapat menentukan takaran chemical yang diperlukan
	Komposisi enzim tetap dan tidak menyesuaikan kondisi awal	Komposisi enzim sesuai kondisi standar yang ditetapkan	Dilakukan pengamatan terhadap kondisi awal sehingga dapat menentukan takaran enzim yang diperlukan
Lingkungan	Air terkontaminasi sehingga menjadi kotor	Air melalui water treatment	Dilakukan perlakuan pengulangan pada water treatment sehingga didapatkan kadar air yang acceptable

## PENUTUP

Berdasarkan hasil dan pembahasan, faktor *defect* yang terjadi pada lini produksi untuk produk *writing* dan *printing paper recycle* (WPR) disebabkan karena *dirtcount* sebanyak 41.670 ton, jenis cacat *gramature* sebanyak 32.103 ton, jenis cacat *caliper* sebesar 30.799 ton, jenis cacat *brightness* sebesar 28.909 ton dan *coppysize* sebanyak 26.911 ton. Sehingga jenis cacat paling dominan adalah *dirtcount*. Dengan menggunakan pendekatan metode *six sigma* diketahui perusahaan memiliki nilai sigma 3,19 dengan kemungkinan kerusakan produk sebesar 45.005 ton untuk sejuta produksi (DPMO). Indeks Cpm =2,1624 dimana nilainya lebih besar dari 2, yang berarti perusahaan masih dianggap kompetitif dalam persaingan. Sebagai masukan bagi perusahaan, sebaiknya pengendalian kualitas dilakukan secara berkelanjutan dan berkesinambungan agar perusahaan mampu bersaing dengan mengurangi produk defect yang berakibat pula pada kerugian besar.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahyari, A. (1990). Pengendalian Produksi II. Yogyakarta: BPFE UGM.
- Bozek, M., & Hamrol, A. (2012). Analysis of efficiency of Lean Manufacturing and Six Sigma in a production enterprise. *Management and Production Engineering Review*, 3(4), 14–25.
- Gaspersz, V. (2005). Integrated Performance management system the Balanced Scorecard with the Six Sigma for business and Government Organizations. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Gaspersz, V. (2007). *Lean Six Sigma*. Gramedia Pustaka Utama.
- Latief, Y., & Utami, R. P. (2009). Penerapan pendekatan metode six sigma dalam penjaan kualitas pada proyek konstruksi. *Makara Journal of Technology*, 13(2).
- Manggala, D. (2005). Six Sigma Secara Sederhana.
- Susetyo, J., & Winarni, C. H. (2011). Aplikasi Six Sigma DMAIC dan Kaizen sebagai metode pengendalian dan perbaikan kualitas produk. *Jurnal Teknologi*, 4(1), 53–61.

## LAMPIRAN

Tabel 3. Total produksi dan jumlah cacat

	Jumlah produksi (ton)	Jenis cacat					Jumlah produk cacat	produk cacat (%)
		Dirtcount	Coppsize	Brightness	Caliper	Gramature		
1	119790	1450	900	930	1040	1140	5460	4,557976459
2	115540	1386	800	920	1148	1209	5463	4,728232647
3	119780	1285	900	1011	1078	1208	5482	4,576723994
4	118970	1418	989	1007	1104	1106	5624	4,727242162
5	119030	1450	890	998	1130	890	5358	4,501386205
6	119040	1478	879	970	1090	880	5297	4,449764785
7	119140	1398	889	965	1080	1320	5652	4,743998657
8	118140	1390	930	949	1179	1450	5898	4,99238192
9	118780	1370	910	978	1060	1341	5659	4,764270079
10	119070	1408	893	1023	989	1204	5517	4,633408919
11	119370	1372	894	1021	997	1099	5383	4,509508252
12	117990	1387	887	1045	940	800	5059	4,287651496
13	119000	1367	896	891	1201	907	5262	4,421848739
14	119040	1372	889	983	970	840	5054	4,24563172
15	118750	1378	850	897	950	900	4975	4,189473684
16	119550	1451	905	1021	993	1205	5575	4,663320786
17	119750	1430	960	1034	996	1190	5610	4,684759916
18	118900	1422	875	1189	801	1089	5376	4,521446594
19	118850	1430	897	1012	1109	1209	5657	4,759781237
20	119020	1398	800	800	1078	1109	5185	4,356410687
21	119350	1397	940	840	1089	976	5242	4,392124005
22	119430	1391	875	858	1054	996	5174	4,33224483
23	118990	1345	901	879	999	1012	5136	4,316329103
24	119010	1399	930	980	805	1045	5159	4,334929838
25	118650	1388	895	934	991	1067	5275	4,445849136
26	119450	1365	889	1023	979	900	5156	4,316450398
27	118560	1347	991	1089	1010	999	5436	4,585020243
28	118540	1362	980	907	1019	1001	5269	4,444913109
29	117450	1257	807	889	1030	1020	5003	4,259684972
30	116980	1379	870	875	890	991	5005	4,278509147
Total	3563910	41670	26911	28909	30799	32103	160392	135,0212737
Rata-rata	118797,00	1389,00	897,03	963,63	1026,63	1070,10	5346,40	4,500709124
Min	115540	1257	800	800	801	800	4975	4,189473684
Max	119790	1478	991	1189	1201	1450	5898	4,99238192