

**PENGUJIAN TEGANGAN TEMBUS KARPET
INTERLOCKING PT. BASIS PANCAKARYA**

LAPORAN



Disusun oleh :

SWITO GAIUS AGUSTINUS SILALAH

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO DAN TEKNOLOGI INFORMASI
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS GADJAH MADA
YOGYAKARTA**

2016

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	II
BAB I DASAR TEORI	1
1.1 Pengujian Tegangan Tinggi	1
1.2 Pengujian Tegangan Tinggi Bahan Dielektrik	2
1.3 Pengujian Kegagalan Isolasi Bahan Dielektrik	3
BAB II METODE PENELITIAN.....	6
2.1 Bahan Pengujian.....	6
2.2 Peralatan Pengujian	7
2.3 Metode Pengujian.....	12
BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN.....	14
3.1 Tegangan Tembus Karpas Interlocking dengan Pengeleman	14
3.2 Tegangan Tembus Karpas Interlocking tanpa Pengeleman	15
BAB IV PENUTUP	16
4.1 Kesimpulan	16
4.2 Saran	16
DAFTAR PUSTAKA	17

BAB I

DASAR TEORI

1.1 Pengujian Tegangan Tinggi

Tegangan tinggi dalam dunia sistem tenaga listrik adalah tegangan yang dianggap cukup tinggi oleh para teknisi listrik sehingga diperlukan pengujian dan pengukuran tegangan tinggi secara khusus dan memerlukan teknik-teknik tertentu ketika gejala-gejala tegangan tinggi mulai terjadi. Tegangan tinggi yang dapat dialami oleh suatu sistem tenaga listrik dapat berupa tegangan normal dan tegangan lebih. Tegangan tinggi normal (nominal) adalah tegangan yang dapat ditahan oleh sistem untuk waktu yang tak terhingga. Tegangan tinggi lebih (*over voltage*) adalah tegangan yang hanya dapat ditahan oleh sistem untuk waktu terbatas.

Suatu tegangan tinggi menjadi sangat bermanfaat bagi manusia apabila dapat dikendalikan dengan baik. Akan tetapi, tegangan tinggi juga dapat menjadi sangat berbahaya apabila tidak dapat dikendalikan dengan baik. Salah satu manfaat tegangan tinggi adalah dapat digunakan untuk pengujian isolator. Pengujian tegangan tinggi pada isolator dapat dilakukan dengan tujuan sebagai berikut :

- Untuk meneliti sifat-sifat dielektrik yang baru ditemukan sebagai usaha dalam menemukan bahan isolasi yang lebih murah dan lebih baik.
- Untuk memverifikasi hasil rancangan isolasi baru.
- Untuk memeriksa kualitas peralatan sebelum terpasang sehingga dapat menghindari kerugian pada saat penggunaan peralatan

- Untuk memeriksa peralatan setelah beroperasi sehingga dapat mengurangi kerugian pemeliharaan

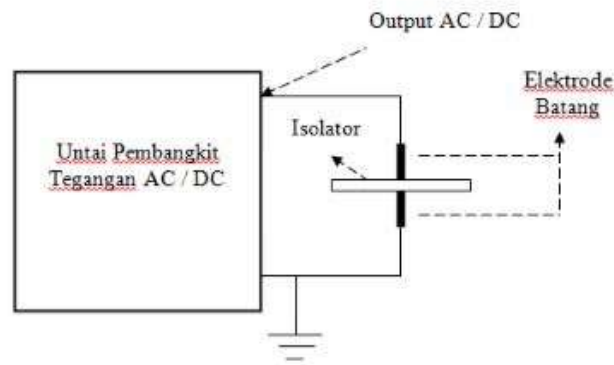
1.2 Pengujian Tegangan Tinggi Bahan Dielektrik

Bahan isolasi untuk tegangan tinggi umumnya dalam wujud cair atau padat. Bahan isolasi cair atau padat memiliki nilai tegangan tembus dan ketahanan dielektrik yang jauh lebih tinggi daripada udara. Ketahanan dielektrik suatu bahan isolasi sangat menentukan kemampuan isolasi tersebut untuk dapat menahan tegangan yang diberikan. Ketahanan dielektrik dari suatu bahan isolasi adalah nilai kuat medan yang masih diijinkan pada kondisi-kondisi tertentu, misalnya jenis tegangan, lama penerpaan, suhu, dan kelengkungan (bentuk) elektrode.

Selain memperhatikan sifat-sifat elektrik suatu bahan isolasi, penggunaan bahan isolasi juga perlu memperhatikan faktor konstruksi dan teknologi bahan isolasi. Faktor tersebut meliputi :

- jenis bahan, nilai tegangan tembus (*breakdown voltage*) bahan isolasi yang berbeda umumnya juga akan berbeda.
- kerapatan bahan, semakin tinggi tingkat kerapatan suatu bahan isolasi, maka nilai tegangan tembusnya relatif akan semakin besar.
- ketebalan bahan, semakin tebal suatu bahan isolasi, maka nilai tegangan tembusnya relatif akan semakin besar.

Sebelum dapat digunakan dengan aman, maka perlu dilakukan pengujian terhadap bahan isolasi. Skema pengujian bahan isolasi dapat diilustrasikan pada gambar berikut :



1.3 Pengujian Kegagalan Isolasi Bahan Dielektrik

- **Pengujian kegagalan (*breakdown test*)**

Pengujian kegagalan (*breakdown test*) adalah pengujian tegangan tinggi yang dilakukan dengan mengukur tegangan tembus peralatan yang diuji. Tegangan tersebut diberikan secara bertahap hingga terjadi *breakdown voltage* atau tegangan tembus pada bahan dielektrik. Pada pengujian kegagalan, ada tiga kemungkinan kegagalan isolasi yang dapat terjadi, yakni :

- ***Flashover***, adalah kegagalan isolasi yang ditandai dengan percikan api yang melewati permukaan bahan dielektrik. Kegagalan isolasi ini dapat dilihat pada gambar berikut.



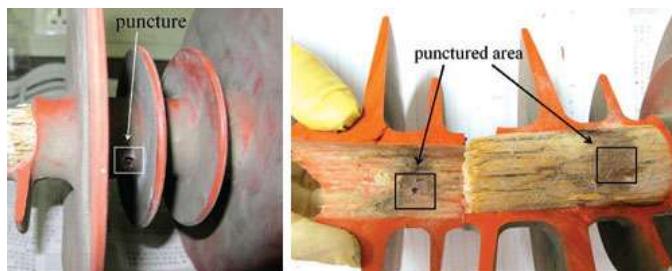
Flashover

- **Sparkover**, adalah kegagalan isolasi yang ditandai dengan loncatan busur api melalui udara. Kegagalan isolasi ini dapat dilihat pada gambar berikut.



Sparkover

- **Puncture**, adalah kegagalan isolasi yang ditandai dengan loncatan busur api yang menembus permukaan bahan dielektrik. Kegagalan ini dapat dilihat pada gambar 2.12



Gambar 2.1 *Puncture*

- **Pengujian ketahanan (*withstand test*)**

Pengujian ketahanan (*withstand test*) adalah pengujian tegangan tinggi yang dilakukan dengan memberikan tegangan pada suatu peralatan yang diuji, mulai dari tegangan nominal alat tersebut hingga mencapai nilai tegangan yang lebih tinggi dari tegangan nominalnya pada waktu tertentu. Bahan dielektrik dikatakan memiliki ketahanan yang baik apabila dapat menahan tegangan untuk waktu yang cukup lama tanpa terjadinya kegagalan isolasi.

- **Pengujian peluahan (*discharge test*)**

Pengujian peluahan (*discharge test*) adalah pengujian tegangan tinggi yang dilakukan dengan mengukur tegangan yang membuat terjadinya peluahan (*discharge*) pada peralatan yang diuji.

- **Pengujian arus bocor (*leakage current test*)**

Pengujian arus bocor (*leakage current test*) adalah pengujian tegangan tinggi yang dilakukan untuk mengetahui besarnya arus yang mengalir pada bahan dielektrik jika diberikan besarnya tegangan tertentu. Pengujian ini sangat penting dilakukan untuk dapat memastikan keselamatan manusia yang berperan sebagai pekerja. Arus yang mengalir pada bahan dielektrik tidak boleh melebihi 1 mA agar tidak terjadi bahaya.

Pengukuran arus bocor dilakukan dengan menggunakan alat ukur osiloskop. Alat ukur tersebut dihubungkan terlebih dahulu dengan perangkat *voltage divider* untuk diturunkan tegangannya. Dengan demikian alat ukur akan terhindar dari kerusakan akibat tegangan tinggi.

BAB II

METODE PENELITIAN

2.1 Bahan Pengujian

Bahan pengujian dalam penelitian ini adalah karpet *interlocking*. Ada dua jenis karpet *interlocking* yang diuji, yakni karpet *interlocking* dengan pengeleman dan karpet *interlocking* tanpa pengeleman.

- Karpet *interlocking* dengan pengeleman

Karpet *interlocking* ini dilem di bagian penyambungannya. Pengujian dilakukan sebanyak tiga kali. Pengujian dilakukan di bagian tengah karpet *interlocking* sebanyak satu kali dan pengujian dilakukan di bagian penyambungan karpet *interlocking* sebanyak dua kali.

Berikut ini adalah gambar karpet *interlocking* dengan pengeleman.



- Karpet *interlocking* tanpa pengeleman

Karpet *interlocking* ini tidak dilem di bagian penyambungannya. Pengujian juga dilakukan sebanyak tiga kali. Pengujian dilakukan di bagian tengah

karpét *interlocking* sebanyak satu kali dan pengujian dilakukan di bagian penyambungan karpét *interlocking* sebanyak dua kali.

Berikut ini adalah gambar karpét *interlocking* tanpa pengeleman.



2.2 Peralatan Pengujian

Dalam pengujian yang dilakukan, peralatan yang digunakan adalah peralatan-peralatan yang ada pada Laboratorium Teknik Tegangan Tinggi, Departemen Teknik Elektro & Teknologi Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada. Peralatan-peralatan tersebut adalah satu set pembangkit tegangan tinggi AC 100 kV, elektroda dan penopang elektroda, dan multimeter.

1. Pembangkit Tegangan Tinggi AC 100 kV

Satu set peralatan pembangkit tegangan AC yang digunakan dalam pengujian ini berfungsi untuk menghasilkan tegangan tinggi AC hingga 100 kV. Tegangan tinggi AC tersebut akan digunakan untuk menguji kemampuan isolasi dari berbagai jenis bahan isolasi karet.

Satu set peralatan pembangkit tegangan AC ini terdiri atas :

- Transformator Step up “*Cascade Connection*”

Tegangan Primer : 220 V

Tegangan Sekunder : 100 kV
Ratio Trafo : 1/466
Kapasitas Output : 10 kVA
Frekuensi : 50 Hz

Trafo step up ini bertugas untuk menaikkan tegangan yang berasal dari PLN menjadi tegangan tinggi. Trafo step up ini memiliki kapasitas daya (VA) rendah (10 kVA) karena merupakan trafo pengujian. Trafo yang digunakan untuk pengujian tegangan tinggi tidak memerlukan daya yang besar. Trafo step up yang digunakan adalah trafo satu fase. Trafo step up ini dapat dilihat pada gambar berikut.



Trafo Step up “*Cascade Connection*”

- Panel kendali pembangkit tegangan Tipe SRP 0.5/5 TRE S “*Switch and Control Desk*”, Made In Germany

Kapasitas	: 5 kVA
Tegangan masukan	: 220 V
Frekuensi	: 50 Hz
Tegangan keluaran AC	: 0 s/d 100 kV

Panel kendali tersebut bertugas untuk mengatur besarnya tegangan output yang dihasilkan oleh trafo. Panel kendali ini dapat dilihat pada gambar berikut.



Panel Kendali

- Tongkat pentanahan

Tongkat pentanahan (Grounding rod) bertugas untuk menjaga keselamatan pengguna peralatan pembangkit tegangan tinggi. Tongkat pentanahan ini memastikan tidak adanya tegangan sisa pada peralatan pengujian. Tongkat pentanahan dapat dilihat pada gambar berikut.



Tongkat Pentanahan

2. Elektroda dan Penopang Elektroda

Elektroda yang digunakan pada pengujian adalah elektroda batang. Elektroda batang dipilih sebagai elektroda pengujian karena sesuai standar IEC 60626-1, 1995 mengenai metode pengujian kekuatan dielektrik dari material isolasi. Elektroda batang ini akan menjepit bahan isolasi pengujian untuk kemudian diuji dengan tegangan tinggi. Ukuran elektroda batang ini adalah 1.5 cm x 1.5 cm. Elektroda batang dapat dilihat pada gambar berikut.



Elektroda Batang

Penopang elektroda digunakan sebagai tempat untuk meletakkan elektroda batang. Penopang elektroda yang digunakan adalah penopang horizontal. Penopang elektroda dapat dilihat pada gambar berikut.



Penopang Elektroda

3. Multimeter

Multimeter berfungsi untuk mengukur tegangan tembus dari bahan isolasi karet yang diuji. Multimeter dihubungkan dengan sisi primer trafo step up. Nilai tegangan tembus akan diperoleh dengan mengalikan nilai tegangan yang tercatat pada multimeter dengan rasio trafo step up (1 : 466). Multimeter dapat dilihat pada gambar berikut.



2.3 Metode Pengujian

Pada penelitian ini dilakukan pengujian tegangan tembus (*breakdown test*). Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan bahan isolasi karpet *interlocking* terhadap tegangan tinggi. Pengujian dilakukan dengan memberikan tegangan tinggi pada bahan isolasi karpet *interlocking* hingga terjadi kegagalan isolasi *puncture*.

Skema rangkaian pengujian tegangan tembus dapat dilihat pada gambar berikut .

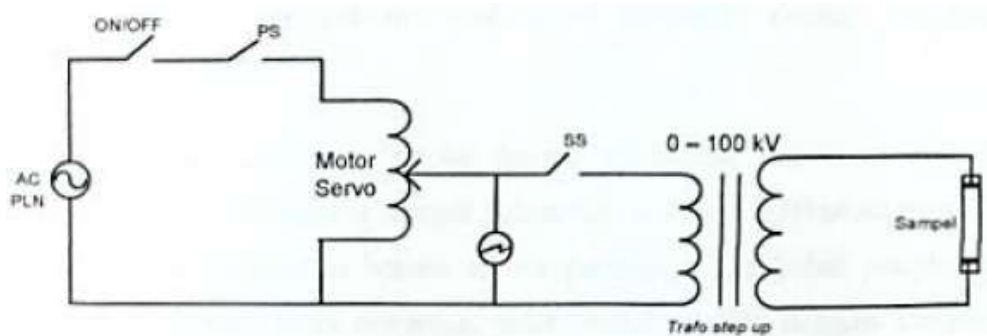
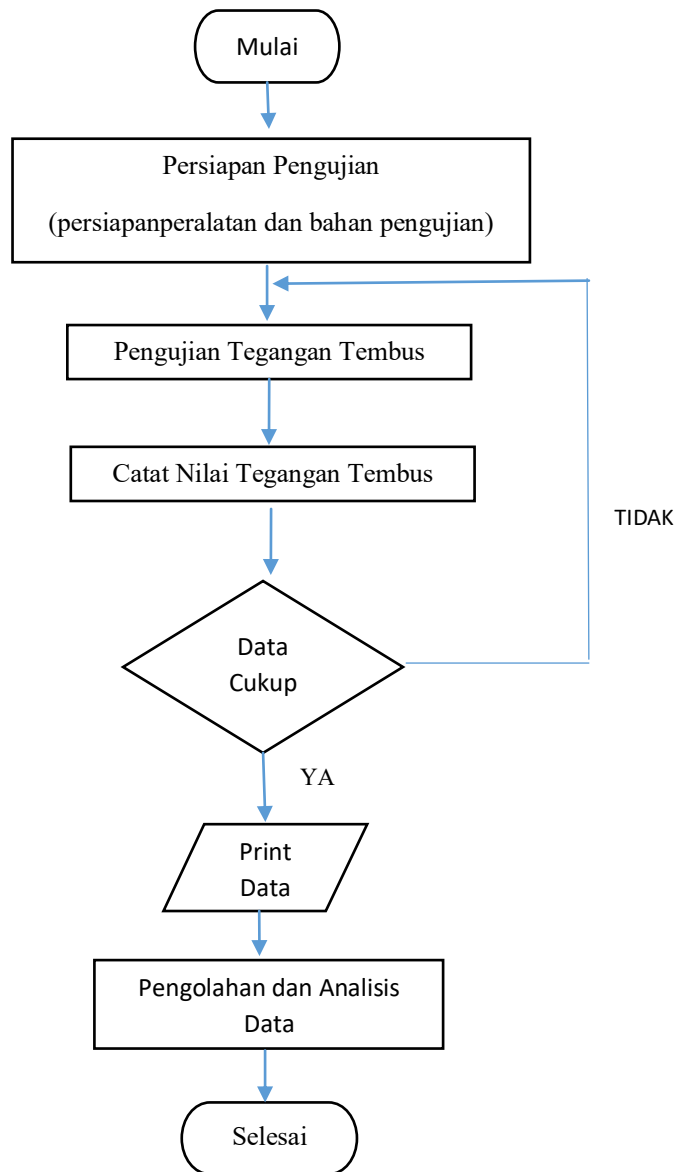


Diagram alir pengujian tegangan tembus dapat dilihat pada gambar berikut.



BAB III

HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Tegangan Tembus Karpet *Interlocking* dengan Pengeleman

Pengujian pertama dilakukan pada karpet *interlocking* dengan pengeleman. Pengujian dilakukan sebanyak tiga kali, yakni di bagian tengah karpet *interlocking* sebanyak satu kali dan pengujian dilakukan di bagian penyambungankarpet *interlocking*dengan pengelemansebanyak dua kali. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel berikut.

Letak Pengujian	Tegangan Tembus (kV)
Tengah Karpet	49.48
Persambungan Karpet	26.35

Dari hasil pengujian tegangan tembus tersebut, dapat kita ketahui bahwa karpet *interlocking*dengan pengeleman memiliki nilai tegangan tembus yang relatif besar pada bagian tengah karpet. Akan tetapi, nilai tegangan tembus pada persambungan karpet relatif lebih kecil dibandingkan pada bagian tengah karpet. Hal tersebut kemungkinan besar disebabkan oleh ketebalan yang berbeda pada bagian tengah karpet dan bagian persambungan karpet. Semakin tebal bahan isolasi, semakin besar tegangan tembusnya. Selain itu, kerapatan bahan juga mempengaruhi nilai tegangan tembus bahan isolasi. Pada bagian tengah karpet, bahan lebih rapat dan tidak terdapat celah udara yang cukup besar. Sedangkan pada bagian persambungan, bahan tidak terlalu rapat dan celah udara cukup besar karena hanya ditutupi oleh lem saja. Hal ini menyebabkan nilai tegangan tembusnya juga lebih kecil.

3.2 Tegangan Tembus Karpet *Interlocking* tanpa Pengeleman

Pengujian kedua dilakukan pada karpet *interlocking* tanpa pengeleman. Pengujian dilakukan sebanyak tiga kali, yakni di bagian tengah karpet *interlocking* sebanyak satu kali dan pengujian dilakukan di bagian penyambungan karpet *interlocking* tanpa pengeleman sebanyak dua kali. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel berikut.

Letak Pengujian	Tegangan Tembus (kV)
Tengah Karpet	51.21
Persambungan Karpet	20.23

Dari hasil pengujian tegangan tembus tersebut, dapat kita ketahui bahwa karpet *interlocking* tanpa pengeleman juga memiliki nilai tegangan tembus yang relatif besar pada bagian tengah karpet. Akan tetapi, nilai tegangan tembus pada persambungan karpet relatif lebih kecil. Hal tersebut kemungkinan besar disebabkan oleh ketebalan yang berbeda pada bagian tengah karpet dan bagian persambungan karpet. Semakin tebal bahan isolasi, semakin besar tegangan tembusnya. Selain itu, kerapatan bahan juga mempengaruhi nilai tegangan tembus bahan isolasi. Pada bagian tengah karpet, bahan lebih rapat dan tidak terdapat celah udara yang cukup besar. Sedangkan pada bagian persambungan, bahan tidak terlalu rapat dan celah udara lebih besar sehingga nilai tegangan tembusnya juga lebih kecil.

Jika kita perhatikan lagi, nilai tegangan tembus pada persambungan karpet dengan pengeleman lebih besar dibandingkan pada persambungan karpet tanpa pengeleman. Hal tersebut disebabkan oleh besarnya celah udara pada persambungan karpet tanpa pengeleman dibandingkan pada persambungan dengan pengeleman. Dengan demikian, sangat disarankan untuk melakukan pengeleman pada persambungan karpet agar didapat nilai tegangan tembus yang lebih besar.

BAB IV

PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada pengujian tegangan tembus karpet *interlocking* dengan pengeleman, nilai tegangan tembus di tengah karpet (49.48 kV) lebih besar daripada di penyambungan karpet (26.35 kV).
2. Pada pengujian tegangan tembus karpet *interlocking* tanpa pengeleman, nilai tegangan tembus di tengah karpet (51.21) juga lebih besar daripada di penyambungan karpet (20.23 kV).
3. Tegangan tembus karpet *interlocking* pada bagian tengah karpet dengan pengeleman ataupun tanpa pengeleman bernilai relatif sama.
4. Tegangan tembus karpet *interlocking* pada bagian penyambungan karpet dengan pengeleman lebih besar daripada karpet tanpa pengeleman.

4.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, saran yang dapat disampaikan adalah :

1. Perlu dilakukan penelitian terhadap pengaruh suhu dan kelembaban udara terhadap karakteristik kekuatan isolasi karpet *interlocking*.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk menguji ketahanan atau *withstand* karpet *interlocking* terhadap pengaruh panas berlebih akibat tegangan tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Arismunandar, A. (1994). "Teknik Tegangan Tinggi". Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Kind, Dieter (1993). "Pengantar Teknik Eksperimental Tegangan Tinggi". Bandung : Penerbit ITB.
- Siburian, Almendoki (2016). "Pemanfaatan Isolator Plastik Untuk Mendukung Pekerjaan dalam Keadaan Bertegangan". Skripsi S1, Departemen Teknik Elektro dan Teknologi Informasi Fakultas Teknik UGM Yogyakarta.
- Sitohang, Rio Anderson (2016). "Isolator Kulit Binatang Untuk Mendukung Pekerjaan dalam Keadaan Bertegangan". Skripsi S1, Departemen Teknik Elektro dan Teknologi Informasi Fakultas Teknik UGM Yogyakarta.
- (2000). "Panduan Praktikum Teknik Tegangan Tinggi : Peralatan Eks Jepang UGM-EL 041 "; Yogyakarta :Laboratorium Teknik Tegangan Tinggi, Jurusan Teknik Elektro & Teknologi Informasi Fakultas Teknik, UGM.
- (2008). "Panduan Umum Pemeliharaan Transmisi TT/TET dengan Metode PDKB". Cinere Jakarta Selatan: PT. PLN (PERSERO) P3B Jawa Bali.

LAMPIRAN

KARPET *INTERLOCKING* TANPA PENGELEMAN

PENGUJIAN DI TENGAH KARPET

Tegangan Tembus Terbaca Multimeter	Tegangan Tembus Sebenarnya (volt)
109.9	51213.4

PENGUJIAN DI PERSAMBUNGAN KARPET

Tegangan Tembus Terbaca Multimeter	Tegangan Tembus Sebenarnya (volt)	Tegangan Tembus Rata- Rata (volt)
39.43	18374.38	20231.39
47.4	22088.4	

KARPET *INTERLOCKING* DENGAN PENGELEMAN

PENGUJIAN DI TENGAH KARPET

Tegangan Tembus Terbaca Multimeter	Tegangan Tembus Sebenarnya (volt)
106.2	49489.2

PENGUJIAN DI PERSAMBUNGAN KARPET

Tegangan Tembus Terbaca Multimeter	Tegangan Tembus Sebenarnya (volt)	Tegangan Tembus Rata- Rata (volt)
61.3	28565.8	26352.3
51.8	24138.8	