

**ANALISIS PERAMALAN KEBUTUHAN ENERGI LISTRIK
PLN AREA BATAM MENGGUNAKAN METODE REGRESI
LINEAR**

TUGAS AKHIR

untuk memenuhi salah satu persyaratan
mencapai derajat Sarjana S1



Disusun oleh:

Ryan Septyawan

12524070

**Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia
Yogyakarta
2018**

LEMBAR PENGESAHAN

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS PERAMALAN KEBUTUHAN ENERGI LISTRIK PLN AREA BATAM

MENGGUNAKAN METODE REGRESI LINEAR

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik
pada Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

Disusun oleh:

Ryan Septyawan
12524070

Yogyakarta, 12 Januari 2018

Menyetujui,

Pembimbing 1



Husein Mubarak, S.T., M.Eng
155241305

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

ANALISIS PERAMALAN KEBUTUHAN ENERGI LISTRIK PLN AREA BATAM
MENGUNAKAN METODE REGRESI LINEAR

TUGAS AKHIR

Disusun oleh :

Ryan Septyawan
12524070

Telah Dipertahankan Didepan Sidang Penguji Syarat Untuk Menperoleh Gelar Sarjana
Konsenterasi Ketenagaan Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia
Yogyakarta, 29 Januari 2018

Menyetujui,

Tim Penguji,

Ketua

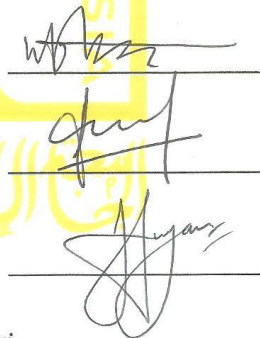
Husein Mubarak, S.T., M.Eng
155241305

Anggota I

Firmansyah Nur Budiman, S.T., M.Sc.
145240501

Anggota II

Setyawan Wahyu Pratomo, S.T., M.T.
155241302



Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Universitas Islam Indonesia



Dr. Eng. Hendra Setiawan, S.T., M.T
025200526



LEMBAR PERNYATAAN

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini.

Nama : Ryan Septyawan
No. Mahasiswa : 12524070
Judul : Analisis Peramalan Kebutuhan Energi Listrik PLN Area Batam
Menggunakan Metode Regresi Linear

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri dan sepanjang sepengetahuan saya, tidak berisi materi yang ditulis orang lain sebagai persyaratan penyelesaian studi di Universitas Islam Indonesia atau perguruan tinggi lain, kecuali bagian-bagian tertentu yang saya kutip sebagai acuan dengan mengikuti tata cara dan etika penulisan karya ilmiah yang benar. Jika ternyata kemudian hari Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya ilmiah orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan.

Yogyakarta, 16 November 2017



Ryan Septyawan

HALAMAN PERSEMBAHAN

*Dengan rahmat Allah yang Maha pengasih lagi Maha penyayang, dengan ini penulis
mempersembahkan Tugas Akhir ini untuk:*

“Kedua orang tua, keluarga, dan orang terkasih”

*“Yang selalu memberikan dukungan dan nasihat yang menjadi semangat tersendiri untuk
menyelesaikan Tugas Akhir ini.”*

“Teman-teman seperjuangan dan seperantauan yang memberi saran dan solusi terbaiknya.”

MOTTO

“Yakin merupakan kunci jawaban dari segala permasalahan.”

“Barang siapa keluar rumah untuk menuntut ilmu maka ia dalam jihad fisabilah hingga kembali.” (H.R Tirmidzi)

“you can't measure everything. sometimes you just do it because it's the right thing to do.” (W. Edwards Deming)

“Sesulit apapun masalah yang kamu hadapi akan terasa mudah bila dikerjakan.”

“Dibalik kesulitan pasti ada banyak kemudahan.”

KATA PENGANTAR DAN UCAPAN TERIMA KASIH



Assalamualaikum Wr. Wb.

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dan Semoga Tugas Akhir ini yang berjudul Analisis Peramalan Kebutuhan Energi Listrik PLN Area Batam Menggunakan Metode Regresi Linear ini bias bermanfaat dalam perencanaan perkembangan energi listrik. Dan tidak lupa Shalawat serta salam semoga selalu tercurah kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW, beserta keluarga dan para sahabat, karena dengan syafa'atnya kita dapat hijrah dari zaman jahiliyah menuju zaman yang terang benderang ini. Semoga kita menjadi umat-umatnya yang mendapat syafa'at beliau di yaumin akhir nanti.

Penulisa ingin mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada segala pihak yang telah membantu memberikan bantuan, bimbingan dan dukungan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.

Terima kasih penulis haturkan kepada:

1. Allah SWT, yang selalu memberikan rahmat, kesehatan, karunia dan ridho-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Kedua orang tua penulis yang selalu memberikan semangat dan dukungan moril maupun materil agar dapat selalu mengerjakan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dr.Eng. Hendra Setiawan, selaku Ketua Program Studi Jurusan Teknik Elektro
4. Bapak R.M. Sisdarmanto Adinandra, Ph.D, selaku Sekertaris Program Studi Jurusan Teknik Elektro
5. Bapak Husein Mubarak, S.T., M.Eng., selaku dosen pembimbing I yang telah banyak memberikan wawasan dan masukan dalam proses pengerjaan Tugas Akhir dengan baik.
6. Teman-teman Teknik Elektro FTI UII 2012 yang telah memberikan semangat dan doanya dalam pengerjaan Tugas Akhir ini sampai selesai.

7. Seluruh keluarga besar Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia yang tidak mungkin penulis sebutkan satu persatu.
8. Dan banyak pihak yang tidak dapat penulis sebutkan seluruhnya yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari dalam penulisan dan pembuatan Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Untuk itu, penulis mengharapkan adanya saran dan kritik yang nantinya akan menjadi bahan perbaikan kedepannya. Akhir kata, semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi pembacanya. Semoga Allah senantiasa memberikan ilmu yang bermanfaat bagi kita semua.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 16 November 2017



Ryan Septyawan

ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

MVA = Mega Volt Ampere

GWh = Giga Watt Hour

Σ = jumlah seluruh atau penjumlahan total

ABSTRAK

Pertumbuhan ekonomi dalam segala sektor menjadi konsekuensi berupa peningkatan kebutuhan energi listrik khususnya di wilayah kota Batam. Hal itu mendesak pihak penyedia energi listrik perlu membuat rencana operasi sistem tenaga listrik di kota Batam. Faktor yang sangat menentukan dalam membuat rencana operasi sistem tenaga listrik adalah prediksi kebutuhan listrik yang harus disediakan. Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi kebutuhan energi listrik di wilayah kota Batam tahun 2016 hingga tahun 2021 berdasarkan data historis, diharapkan dapat dijadikan sebagai masukan dalam melakukan perencanaan sistem tenaga listrik. Metode yang digunakan adalah metode Regresi Linear dengan simulasi minitab versi 18, maka diperoleh hasil prediksi total kenaikan jumlah pelanggan listrik pada beban industri adalah sebesar 104 pelanggan (rata-rata pertumbuhan per tahun sebesar 4,33%) dan pada beban non-industri sebesar 81.632 pelanggan (rata-rata pertumbuhan per tahun sebesar 4,11%), daya tersambung pada beban industri sebesar 219,769 MVA (rata-rata pertumbuhan per tahun sebesar 8,22%) dan pada beban non-industri sebesar 586,083 MVA (rata-rata pertumbuhan per tahun sebesar 7,72%), energi listrik yang terjual pada beban industri sebesar 289,481 GWh (rata-rata pertumbuhan per tahun sebesar 6,95%) dan pada beban non-industri sebesar 441,118 GWh (rata-rata pertumbuhan per tahun sebesar 7,72%), dan pendapatan penjualan pada beban industri sebesar 414.934 Juta Rupiah (rata-rata pertumbuhan per tahun sebesar 7,99%) dan pada beban non-industri sebesar 697.428 Juta Rupiah (rata-rata pertumbuhan per tahun sebesar 5,30%).

Kata Kunci : regresi linear, simulasi minitab, pertumbuhan ekonomi, kota Batam, konsumsi energi listrik

DAFTAR ISI

| | |
|---|------|
| LEMBAR PENGESAHAN | ii |
| LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI..... | iii |
| LEMBAR PERNYATAAN..... | iii |
| HALAMAN PERSEMBAHAN | v |
| MOTTO | vi |
| KATA PENGANTAR DAN UCAPAN TERIMAKASIH | vii |
| ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN | ix |
| ABSTRAK..... | x |
| DAFTAR ISI..... | xi |
| DAFTAR GAMBAR | xiii |
| DAFTAR TABEL..... | xiv |
| BAB 1 PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang Masalah | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3 Batasan Masalah..... | 2 |
| 1.4 Tujuan Penelitian..... | 3 |
| 1.5 Manfaat Penelitian..... | 3 |
| BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA | 4 |
| 2.1 Penelitian Terdahulu..... | 4 |
| 2.2 Tinjauan Teori | 5 |
| 2.2.1 Pengertian Peramalan (<i>Forecasting</i>) | 5 |
| 2.2.2 Kegunaan dan Peran Peramalan | 6 |
| 2.2.3 Langkah-Langkah Peramalan | 6 |
| 2.2.4 Metode Regresi..... | 7 |

| | |
|--|-----------|
| 2.2.5 Prediksi Kebutuhan Energi Listrik dengan Minitab | 8 |
| BAB 3 METODOLOGI..... | 9 |
| 3.1 Diagram Alir..... | 9 |
| 3.2 Pengumpulan Data..... | 10 |
| 3.3 Pengolahan Data | 10 |
| 3.4 Menentukan Variabel Penyebab dan Variabel Akibat | 10 |
| 3.5 Menentukan Nilai Konstanta (a) dan Koefisien Regresi (b) | 10 |
| 3.6 Perhitungan Data | 11 |
| 3.7 Analisis Data | 11 |
| BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN | 13 |
| 4.1 Deskripsi Data | 13 |
| 4.2 Perhitungan dan Pembahasan | 18 |
| 4.2.1 Prediksi Pelanggan Listrik..... | 18 |
| 4.2.2 Prediksi Daya Tersambung..... | 23 |
| 4.2.3 Prediksi Energi yang Terjual | 26 |
| 4.2.4 Prediksi Jumlah Pendapatan Penjualan Energi Listrik | 30 |
| 4.3 Analisis Prediksi Kebutuhan Energi Listrik PLN Area Batam Dengan Minitab | 33 |
| BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN | 35 |
| 5.1 Kesimpulan..... | 35 |
| 5.2 Saran | 35 |
| DAFTAR PUSTAKA | 36 |
| LAMPIRAN..... | 37 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 3. 1 Diagram Alir | 9 |
| Gambar 4. 1 Grafik Rekapitulasi Pelanggan Listrik Beban Industri..... | 14 |
| Gambar 4. 2 Grafik Rekapitulasi Pelanggan Listrik Beban Non Industri..... | 14 |
| Gambar 4. 3 Grafik Rekapitulasi Daya Tersambung Beban Industri | 15 |
| Gambar 4. 4 Grafik Rekapitulasi Daya Tersambung Beban Non Industri..... | 15 |
| Gambar 4. 5 Grafik Rekapitulasi Energi Yang Terjual Beban Industri | 16 |
| Gambar 4. 6 Grafik Rekapitulasi Energi Yang Terjual Beban Non Industri | 16 |
| Gambar 4. 7 Grafik Rekapitulasi Pendapatan Penjualan Energi Listrik Beban Industri | 17 |
| Gambar 4. 8 Grafik Rekapitulasi Pendapatan Penjualan Energi Listrik Beban Non Industri..... | 17 |
| Gambar 4. 9 Grafik Pertumbuhan Pelanggan Listrik Beban Industri Tahun 2004 sampai dengan 2021 | 20 |
| Gambar 4. 10 Grafik Pertumbuhan Pelanggan Listrik Beban Non-Industri Tahun 2004 sampai dengan 2021 | 22 |
| Gambar 4. 11 Grafik Pertumbuhan Daya Tersambung Beban Industri Tahun 2004 sampai dengan 2021 | 24 |
| Gambar 4. 12 Grafik Pertumbuhan Daya Tersambung Beban Non-Industri Tahun 2004 sampai dengan 2021 | 26 |
| Gambar 4. 13 Grafik Pertumbuhan Energi yang Terjual pada Beban Industri Tahun 2004 sampai dengan 2021 | 28 |
| Gambar 4. 14 Grafik Pertumbuhan Energi yang Terjual pada Beban Non-Industri Tahun 2004 sampai dengan 2021 | 29 |
| Gambar 4. 15 Grafik Pertumbuhan Pendapatan Penjualan Energi Listrik pada Beban Industri Tahun 2004 sampai dengan 2021 | 31 |
| Gambar 4. 16 Grafik Pertumbuhan Pendapatan Penjualan Energi Listrik pada Beban Industri Tahun 2004 sampai dengan 2021 | 33 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 4. 1 Rekapitulasi Data Energi Listrik Di Area Batam Tahun 2004-2015 | 13 |
| Tabel 4. 2 Perhitungan untuk mendapatkan Konstanta a dan Koefisien Regresi b Pelanggan Listrik pada Beban Industri | 18 |
| Tabel 4. 3 Hasil Prediksi Jumlah Pelanggan Listrik Beban Industri Listrik di Area Batam tahun 2016 sampai dengan 2021 | 19 |
| Tabel 4. 4 Perhitungan untuk mendapatkan Konstanta a dan Koefisien Regresi b Pelanggan Listrik pada Beban Non-Industri..... | 20 |
| Tabel 4. 5 Hasil Prediksi Jumlah Pelanggan Listrik Beban Non-Industri Listrik di Area Batam tahun 2016 sampai dengan 2021 | 22 |
| Tabel 4. 6 Perhitungan untuk mendapatkan Konstanta a dan Koefisien Regresi b Daya Tersambung pada Beban Industri | 23 |
| Tabel 4. 7 Hasil Prediksi Jumlah Daya Tersambung Beban Industri di Area Batam tahun 2016 sampai dengan 2021 | 24 |
| Tabel 4. 8 Perhitungan untuk mendapatkan Konstanta a dan Koefisien Regresi b Daya Tersambung pada Beban Non-Industri | 25 |
| Tabel 4. 9 Hasil Prediksi Jumlah Daya Tersambung Beban Non-Industri di Area Batam tahun 2016 sampai dengan 2021 | 25 |
| Tabel 4. 10 Perhitungan untuk mendapatkan Konstanta a dan Koefisien Regresi b Energi yang Terjual pada Beban Industri | 27 |
| Tabel 4. 11 Hasil Prediksi Jumlah Energi yang Terjual pada Beban Industri di Area Batam tahun 2016 sampai dengan 2021 | 27 |
| Tabel 4. 12 Perhitungan untuk mendapatkan Konstanta a dan Koefisien Regresi b Energi yang Terjual pada Beban Non-Industri | 28 |
| Tabel 4. 13 Hasil Prediksi Jumlah Energi yang Terjual pada Beban Non-Industri di Area Batam tahun 2016 sampai dengan 2021 | 29 |
| Tabel 4. 14 Perhitungan untuk mendapatkan Konstanta a dan Koefisien Regresi b Pendapatan Penjualan Energi Listrik pada Beban Industri | 30 |
| Tabel 4. 15 Hasil Prediksi Jumlah Pendapatan Penjualan Energi Listrik pada Beban Industri di Area Batam tahun 2016 sampai dengan 2021 | 31 |

| | |
|--|----|
| Tabel 4. 16 Perhitungan untuk mendapatkan Konstanta a dan Koefisien Regresi b Pendapatan Penjualan Energi Listrik pada Beban Non-Industri..... | 32 |
| Tabel 4. 17 Hasil Prediksi Jumlah Pendapatan Penjualan Energi Listrik pada Beban Non-Industri di Area Batam tahun 2016 sampai dengan 2021..... | 33 |

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Salah satu kebutuhan pokok bagi kehidupan masyarakat saat ini untuk melakukan aktivitasnya sehari-hari adalah tenaga listrik. Terbagi beberapa sektor yang menggunakan tenaga listrik yaitu sektor rumah tangga, usaha atau bisnis, industri, dan sarana umum. Besarnya konsumsi listrik dari waktu ke waktu cenderung mengalami peningkatan yang besarnya tidak dapat ditentukan secara pasti. Ketidakpastian itu apabila tidak diperkirakan akan menjadi masalah, karena kebutuhan listrik semakin bertambah tetapi penyediaan listrik kurang. Hal ini disebabkan karena pentingnya listrik untuk kemajuan hidup manusia pada beberapa bidang yaitu bidang ekonomi, teknologi, sosial, dan budaya. Kota Batam merupakan salah satu kota yang tingkat konsumsi energi listrik yang tinggi. Tingginya konsumsi energi listrik kota Batam dipengaruhi oleh aktivitas ekonomi yang semakin tinggi seiring bertambahnya jumlah penduduk, pertumbuhan bisnis dan industri, serta kemajuan teknologi. Peningkatan konsumsi ini terjadi karena untuk menggerakkan roda perekonomian seperti industri, transportasi, perbankan, dan pemerintahan. Kebutuhan listrik masyarakat dalam melakukan aktivitas sehari-hari yang mengakibatkan permintaan akan suplai daya semakin besar.

Permintaan kebutuhan listrik tersebut harus diikuti dengan penyediaan tenaga listrik oleh pihak penyedia tenaga listrik, dalam hal ini adalah PT. PLN (Persero) BATAM, agar tercapai stabilitas sistem tenaga listrik serta mampu memenuhi kebutuhan konsumen akan energi listrik. Itulah alasannya kenapa tenaga listrik harus disediakan saat dibutuhkan, karena penyimpanan tenaga listrik tidak bias dalam skala besar. Akibatnya akan ada permasalahan yang muncul dalam mengatasi kebutuhan daya listrik yang tidak konstan tiap tahunnya, bagaimana menghasilkan daya dengan kualitas baik pada sistem tenaga listrik agar dapat memenuhi permintaan.

Permasalahannya adalah apabila tidak diperhitungkan dalam hal penyediaan pasokan energi listrik pada konsumen maka dapat mempengaruhi kesiapan dari unit pembangkitnya. Kecenderungan tenaga listrik antara pihak penyediaan dan pihak permintaan bisa menimbulkan kerugian bagi pihak penyedia tenaga listrik. Pada unit pembangkit akan berlebih dalam pemakaian energi apabila tenaga yang dihasilkan lebih besar dari konsumsi listrik. Pada pihak konsumen akan mengalami pemadaman bila tenaga yang dibangkitkan

lebih kecil dari kebutuhan listrik. Untuk itu dibutuhkan mekanisme yang cukup baik dalam pembangkitan tenaga listrik. Untuk menjaga stabilitas tersebut, maka pihak penyedia tenaga listrik harus dapat meramalkan besar kebutuhan atau permintaan listrik.

Peramalan merupakan sebuah teknik untuk memprediksikan kebutuhan yang diinginkan untuk sebuah produk dalam beberapa periode waktu mendatang berdasarkan data historis dan memberikan hasil prediksinya dengan menggunakan beberapa bentuk model matematis. Peramalan sangat diperlukan oleh sebuah perusahaan (dalam hal ini PT. PLN BATAM), karena setiap keputusan yang diambil pada saat ini akan berpengaruh di masa depan.

Penelitian yang dilakukan adalah “**ANALISIS PERAMALAN KEBUTUHAN ENERGI LISTRIK PLN AREA BATAM MENGGUNAKAN METODE REGRESI LINEAR**” berdasarkan data yang dirangkum dari statistik perusahaan PT. PLN BATAM tahun 2004-2012 dan statistik PLN 2004-2015. Metode yang digunakan adalah Regresi Linear sederhana dengan simulasi program *Minitab 18*.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang diambil berdasarkan latar belakang adalah sebagai berikut:

1. Berapa jumlah pertumbuhan energi listrik di kota Batam untuk 6 tahun kedepan?
2. Bagaimana kondisi perkembangan beban listrik yang meliputi pelanggan listrik, daya tersambung, energi listrik yang terjual, dan pendapatan penjualan energi listrik pada periode 6 tahun yang akan datang?

1.3 Batasan Masalah

1. Wilayah yang dipilih dalam prediksi perkembangan energi listrik ini adalah di kota Batam.
2. Prediksi perkembangan energi listrik ini menggunakan data statistik perusahaan PT. PLN mulai dari tahun 2004 s/d 2015 karena keterbatasan data cukup diwakili interval 12 tahun.
3. Variabel penyebab yang digunakan adalah periode tahun sedangkan variabel akibat menggunakan beban industri dan beban non-industri pada pelanggan listrik, daya tersambung, energi yang terjual, dan pendapatan penjualan energi listrik

4. Hanya memprediksi pelanggan listrik, daya tersambung, energi yang terjual, dan pendapatan penjualan energi listrik.
5. Keakuratan hasil prediksi diuji dengan memperhatikan *R*, *R Square*, dan *Analysis Of Variance (ANOVA)* melalui *software Minitab 18*.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan bertujuan sebagai berikut:

1. Memprediksi kebutuhan energi listrik di kota Batam meliputi pelanggan listrik, daya tersambung, energi listrik terjual dan pendapatan penjualan energi listrik dengan metode regresi linear.
2. Menganalisis hasil prediksi kebutuhan energi listrik di kota Batam pada periode 6 tahun kedepan dengan melihat setiap pengaruh variabelnya.
3. Mengetahui kapasitas daya yang harus disediakan PT. PLN BATAM untuk memenuhi kebutuhan energi listrik berdasar hasil perkiraan.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa manfaat sebagai berikut:

1. Membantu pihak PT. PLN (Persero) khususnya wilayah kota Batam untuk memperkirakan permintaan energi listrik untuk beberapa periode tahun ke depan.
2. Membantu PT. PLN (Persero) khususnya wilayah kota Batam dalam melakukan perencanaan kapasitas daya terpasang.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian sebelumnya pernah disusun oleh Yuningsih Akili dan Yasin Mohamad Menggunakan Metode Koefisien Energi untuk perkiraan energi listrik jangka pendek di PT.PLN (PERSERO) Area Gorontalo. Penelitian ini menggunakan sumber data berdasarkan data masa lalu pada tahun 2011 dan 2012. Yang bertujuan untuk meramalkan energi listrik jangka pendek yaitu pada tahun 2013 berdasarkan ROT (Rencana Operasi Tahunan). Maka diperoleh hasil prediksi sebesar 232329,3611 MWh. Berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan didapatkan nilai deviasi dengan menggunakan metode koefisien energi adalah sebesar 28 %. sedangkan nilai deviasi terbesar yaitu sebesar 66 % yang terjadi pada minggu ke 6. [1]

Penelitian yang pernah dilakukan oleh Ricky Ardian Pratama dkk, Penelitian ini mengkaji tentang *Neural Network* dengan algoritma *Backpropagation* untuk peramalan beban listrik jangka panjang Provinsi Yogyakarta. Tujuan penelitian ini adalah untuk mencari hasil peramalan beban listrik jangka panjang pada Provinsi Yogyakarta dan membandingkan hasil peramalan *neural network backpropagation* dengan hasil peramalan pada RUPTL PLN Tahun 2015-2024. Melalui perhitungan dan hasil simulasi peramalan beban listrik jangka panjang Provinsi Yogyakarta pada tahun 2015 hingga 2024 tidak berbeda jauh dengan peramalan Rencana Usaha Penyedia Tenaga Listrik (RUPTL) dengan rata-rata pertumbuhan beban listrik setiap satuan PLN/Provinsi pertahun sebesar 8,1007%. Komparasi hasil peramalan beban listrik menggunakan *neural network backpropagation* dengan hasil peramalan beban listrik oleh RUPTL PT. PLN 2015-2024 menghasilkan rata-rata persentase perbedaan data sebesar 9,8820%. Rata-rata persentase perbedaan data yang menghasilkan nilai positif (+) menunjukkan peramalan *neural network backpropagation* lebih tinggi dibandingkan dengan RUPTL PT. PLN 2015-2024. [2]

Penelitian sebelumnya dilakukan oleh M. Syafruddin dkk, metode Regresi Linear yang digunakan untuk memprediksi kebutuhan energi listrik jangka panjang di Provinsi Lampung. Proses perancangan prediksi kebutuhan energi listrik menggunakan 6 variabel dan dibagi menjadi 2 parameter. Maka diperoleh prediksi daya listrik tersambung total pada tahun 2028 sebesar 2.841,78 MVA (rata-rata pertumbuhannya sebesar 2,38 %), dan konsumsi energi

listrik pada tahun 2023 sebesar 5.934,98 Gwh (rata-rata pertumbuhannya sebesar 3, 83 %).
[3]

2.2 Tinjauan Teori

2.2.1 Pengertian Peramalan (*Forecasting*)

Peramalaan atau perkiraan (*Forecasting*) adalah memprediksikan, memberikan gambaran, atau memberi perkiraan atau taksiran terhadap sesuatu yang mungkin akan terjadi sebelum suatu rencana yang lebih pasti dapat dilakukan. Peramalan (*forecasting*) adalah ilmu yang digunakan untuk memperkirakan yang akan terjadi di masa depan. Peramalan dapat di implementasikan dengan mengumpulkan data yang ada di masa lalu kemudian data tersebut di implementasikan untuk masa mendatang dengan menggunakan model matematis.

2.2.1.1 Karakteristik Peramalan

Dalam peramalan terdapat beberapa kriteria yang perlu diperhatikan yaitu:

1. Keakuratan

Akurasi nilai dari hasil peramalan dapat diukur berdasarkan kebiasaan dan tingkat konsistensi peramalan. Hasil peramalan dikatakan berhasil apabila memiliki konsistensi yang tinggi atau rendah dibandingkan dengan kenyataannya.

2. Biaya

Dalam kriteria ini, biaya sangat berperan penting dalam suatu peramalan. Semakin banyak jumlah barang, waktu, dan metode yang digunakan maka biaya yang digunakan semakin besar.

3. Kemudahan

Dalam metode ini, digunakan suatu metode yang sederhana agar dapat memberikan keuntungan bagi perusahaan. Kriteria penggunaan metode kemudahan biasa di gunakan diperusahaan.

2.2.1.2 Jenis Peramalan

Berdasarkan jenisnya, peramalan dapat dikelompokkan menjadi 2 kategori yaitu:

1. Peramalan Kualitatif

Peramalan Kualitatif merupakan peramalan yang dapat diketahui berdasarkan data kualitatif pada masa lalu. Jenis peramalan ini digunakan berdasarkan subjek yang mengeluarkannya. Peramalan ini dikeluarkan berdasarkan kemampuan pengetahuan yang mengeluarkannya.

2. Peramalan Kuantitatif

Peramalan Kuantitatif adalah peramalan yang dapat diketahui berdasarkan data kuantitatif pada masa lalu. Jenis peramalan ini tergantung pada setiap metode yang digunakan. Karena setiap metode yang digunakan akan menghasilkan peramalan yang berbeda. Baik atau tidaknya metode yang digunakan ditentukan berdasarkan perbedaan dari hasil ramalan dengan kenyataan yang terjadi. Hasil ramalan harus lebih kecil daripada kenyataan sehingga metode semakin baik metode yang digunakan. Peramalan yang baik merupakan peramalan yang dikerjakan berdasarkan langkah-langkah yang terstruktur.

2.2.2 Kegunaan dan Peran Peramalan

Kegunaan peramalan yaitu untuk pengambilan keputusan. Dalam pengambilan keputusan harus berdasarkan beberapa pertimbangan dan pemikiran yang akan dialami. Jika ramalan yang diperoleh kurang benar, maka hasil yang akan dicapai kurang memuaskan. Peramalan memiliki peranan untuk memperkecil kesalahan yang terjadi. Untuk memperoleh peramalan yang baik tergantung dari faktor data dan metode yang digunakan.

2.2.3 Langkah-Langkah Peramalan

Peramalan yang baik adalah peramalan yang dikerjakan berdasarkan struktur penyusunan yang baik. Dalam menyusun peramalan digunakan beberapa langkah, yaitu:

1. Menganalisis data historis. Pada tahap ini bertujuan untuk mengetahui pola yang dialami pada masa lalu. Analisis ini dikerjakan dengan cara menyusun tabel dari data historis. Dalam tahap ini yang terpenting adalah pemilihan metode analisis deret waktu yaitu

memilih jenis pola yang ada pada data observasi sehingga metode yang dipilih dapat dilakukan. Dalam metode deret waktu ada empat jenis pola data yang digunakan yaitu:

- 1) Pola Horizontal atau stationary
 - 2) Pola Musiman atau Seasonal
 - 3) Pola Siklus
 - 4) Pola trend
2. Menentukan metode yang digunakan. Metode peramalan yang baik adalah metode yang menghasilkan ramalan yang mendekati dengan kenyataan yang sebenarnya.

Ada dua pendekatan umum yang digunakan dalam peramalan;

- Peramalan kuantitatif
- Peramalan kualitatif atau peramalan subyektif

Dalam skripsi ini digunakan peramalan dengan pendekatan kuantitatif. Pada dasarnya metode peramalan kuantitatif ini dapat dibedakan atas:

1. Metode Kausal digunakan untuk menganalisis pola hubungan variabel yang akan diramalkan dengan variabel yang mempengaruhinya. Metode ini tidak menggunakan variabel waktu.
 2. Metode deret berkala digunakan untuk menganalisis pola hubungan variabel antara variabel yang akan diramalkan dengan variabel waktu.
3. Memperhitungkan data yang lalu dengan menggunakan metode yang digunakan serta mempertimbangkan adanya beberapa faktor perubahan.

2.2.4 Metode Regresi

Metode regresi merupakan suatu metode yang digunakan untuk menentukan hubungan antara variabel yang satu dengan variabel yang lain. Adapun salah satu istilah variabel "penyebab" yang sering kali digunakan untuk digambarkan dalam grafik sebagai absis atau sumbu X yaitu variabel X. Sedangkan variabel terkena akibat biasa dikenal sebagai variabel Y. Kedua variabel ini dapat berupa variabel acak, akan tetapi variabel yang terkena pengaruh harus selalu variabel acak.

2.2.4.1 Metode Regresi Linear Sederhana (*Simple Linear Regression*)

Regresi Linear Sederhana adalah metode yang digunakan untuk menguji seberapa jauh hubungan antara Variabel penyebab (X) terhadap variabel akibat (Y). Variabel penyebab sering digunakan dengan digambarkan sebagai X atau disebut *Predictor* sedangkan variabel akibat digambarkan sebagai Y atau disebut juga *Response*. Regresi Linear Sederhana (*Simple Linear Regression*) juga merupakan metode statistik yang digunakan dalam produksi untuk meramalkan atau memprediksi tentang karakteristik kualitas maupun kuantitas.

Regresi Linear Sederhana memiliki model persamaan seperti berikut ini :

$$y = a + bx \quad (2.1)$$

Dimana:

y = variabel akibat (*Dependent*)

x = variabel penyebab (*Independent*)

a = konstanta

b = besaran Response yang ditimbulkan oleh *predictor*.

2.2.5 Prediksi Kebutuhan Energi Listrik dengan Minitab

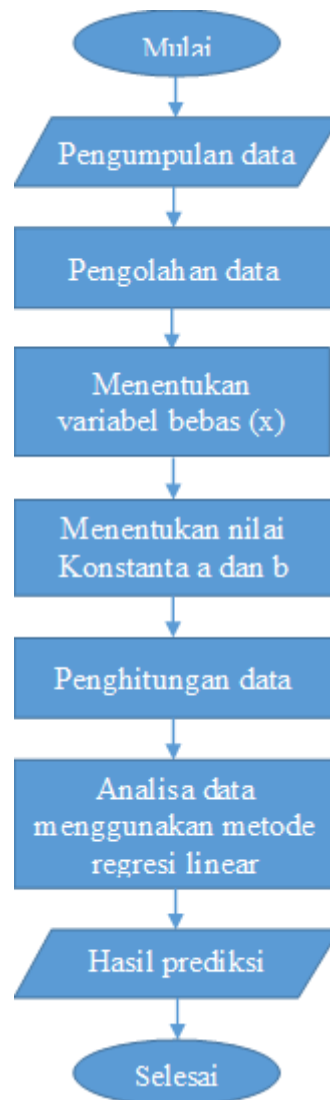
Minitab merupakan salah satu dari sekian banyak program komputer yang digunakan untuk mengerjakan pengolahan data statistik. Minitab memberikan kemudahan kepada penggunaan seperti Microsoft Excel dalam mengerjakan analisis statistik yang kompleks. Karena minitab merupakan program komputer maka untuk menjalankan program ini hal pertama yang dilakukan adalah mempersiapkan data yang akan diolah dan dianalisis.

Analisis regresi digunakan untuk menghasilkan persamaan regresi yang menggambarkan hubungan antar variabel akibat (*dependent*) dengan satu atau beberapa variabel penyebab (*independent*). apabila variabel akibat dihubungkan dengan satu variabel penyebab saja, maka persamaan regresi yang dihasilkan adalah regresi linear sederhana. Nilai koefisien yang dihasilkan harus diuji apakah signifikan atau tidak secara statistik. jika semua koefisien signifikan, maka persamaan regresi yang dihasilkan dapat digunakan untuk memprediksi nilai variabel akibat.

BAB 3 METODOLOGI

3.1 Diagram Alir

Secara garis besar penyusunan Laporan Tugas Akhir ini digambarkan melalui diagram alir (*Flowchart*) pada gambar 3.1 sebagai berikut:



Gambar 3. 1 Diagram Alir

3.2 Pengumpulan Data

Dalam pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan dari PT.PLN BATAM berupa data statistik perusahaan berupa data pelanggan listrik beban industri dan beban non-industri, daya tersambung beban industri dan beban non-industri, energi listrik yang terjual beban industri dan beban non-industri, dan pendapatan penjualan energi listrik beban industri dan beban non-industri.

3.3 Pengolahan Data

Pengolahan data adalah perubahan data-data yang telah di *survey* sehingga dapat dimasukkan ke dalam perangkat lunak Minitab. Pengolahan data berdasarkan pengelompokan data kelistrikan dari statistik perusahaan PT.PLN BATAM dari tahun 2004-2012 dan statistik PLN dari tahun 2009-2015. Tugas akhir ini melakukan prediksi atau perkiraan kebutuhan energi listrik di masa mendatang untuk memperkirakan perkembangan beban listrik dengan menggunakan data beban industri dan beban non-industri pada pelanggan listrik, daya tersambung, energi listrik yang terjual dan pendapatan penjualan energi listrik tahun 2004-2015 dilakukan perhitungan dengan menggunakan metode regresi linear dan simulasi minitab dengan memperkirakan perkembangan energi listrik di wilayah Batam sampai tahun 2021 nantinya.

3.4 Menentukan Variabel Penyebab dan Variabel Akibat

Variabel penyebab yang digunakan adalah periode tahun (x) yang akan diprediksi dan variabel akibat adalah beban industri (y) dan beban non-industri (y) pada pelanggan listrik, daya tersambung, energi listrik yang terjual, dan pendapatan penjualan energi listrik.

3.5 Menentukan Nilai Konstanta (a) dan Koefisien Regresi (b)

Nilai-nilai a dan b dapat dihitung menggunakan Rumus dibawah ini:

$$a = \frac{(\sum y)(\sum x^2) - (\sum x)(\sum xy)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \quad (3.1)$$

$$b = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \quad (3.2)$$

Dimana: n = Jumlah data

3.6 Perhitungan Data

Pada tahap ini melakukan perhitungan untuk memperkirakan nilai konstanta setiap variabel yang dicari yaitu pelanggan listrik, daya tersambung, energi listrik yang terjual, dan pendapatan penjualan energi listrik dengan menggunakan persamaan regresi linear sederhana.

3.7 Analisis Data

Pada tahap ini menguji model regresi antara variabel (x) dan (y) dengan mempertimbangkan nilai *R*, *R Square* dan *Analysis of Variance* (ANOVA).

1. Jika angka signifikan pada ANOVA sebesar < 0.05 , maka Model Regresi dikatakan layak.
2. Dalam penggunaan *Predictor* sebagai variabel penyebab harus layak. Kelayakan dilihat berdasarkan nilai *Standard Error of Estimate* $<$ *Standard Deviation*.
3. Tidak mengalami multikolinearitas, dalam artian variabel tidak berkorelasi sangat tinggi ataupun sangat rendah antar variabel penyebab. Syarat ini hanya berlaku untuk regresi linear berganda dengan variabel penyebab lebih dari satu.
4. Tidak terjadi otokorelasi. Berarti variabel tidak berotokorelasi berdasarkan nilai Durbin dan Watson (DB) sebesar < 1 dan > 3 .
5. Kesesuaian model regresi bisa ditunjukkan berdasarkan semakin besar nilai *R Square* maka model semakin baik. Jika nilai mendekati 100% maka semakin baik. Nilai *R Square* mempunyai karakteristik diantaranya: 1.) selalu positif, 2.) Nilai *R Square* maksimal sebesar 100%. Jika nilai *R Square* sebesar 100% akan mempunyai arti kesesuaian yang sempurna. Maksudnya seluruh variasi dalam variabel y dapat diterangkan oleh model regresi. Sebaliknya jika *R Square* sama dengan 0 maka variabel antara x dan y tidak memiliki hubungan linear.
6. Terdapat hubungan linear antara variabel penyebab (x) dan variabel akibat (y)
7. Data harus berdistribusi normal.
8. Data berskala interval atau rasio.

Dalam tugas akhir ini diberikan pembatasan dalam menentukan model regresi yang dihasilkan dan menentukan layak atau tidak untuk dijadikan variabel prediksi dengan memperhatikan hal sebagai berikut.

1. Dinyatakan layak jika model regresi memiliki angka signifikan pada *Analysis of Variance* (ANOVA) sebesar < 0.05
2. Kesesuaian model regresi dapat ditunjukkan dengan menggunakan nilai *R Square* semakin besar nilai tersebut maka model semakin baik. Jika nilai mendekati 100% maka semakin baik model regresi tersebut. Sebaliknya jika nilai *R Square* sama dengan 0, maka variabel antara x dan y tidak memiliki hubungan linear.
3. Data harus berdistribusi normal.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Deskripsi Data

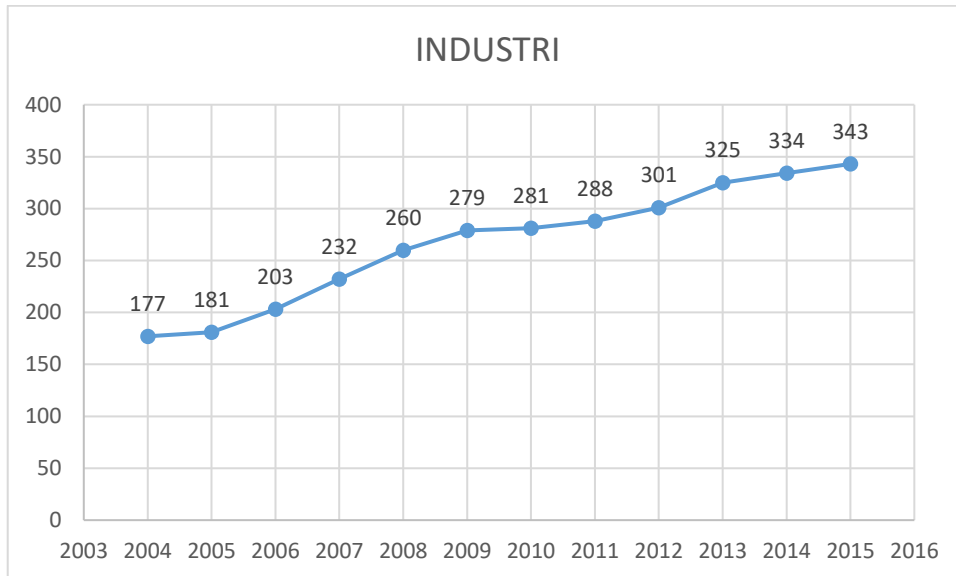
Dalam melakukan analisis pada penelitian ini digunakan data sekunder yaitu data statistik perusahaan PLN dari tahun 2004 sampai dengan tahun 2015 di Area Batam. Adapun data yang dimaksud adalah:

1. Data pelanggan listrik beban industri dan beban non-industri
2. Data daya tersambung beban industri dan beban non-industri
3. Data energi yang terjual beban industri dan beban non-industri
4. Data pendapatan penjualan energi listrik beban industri dan beban non-industri

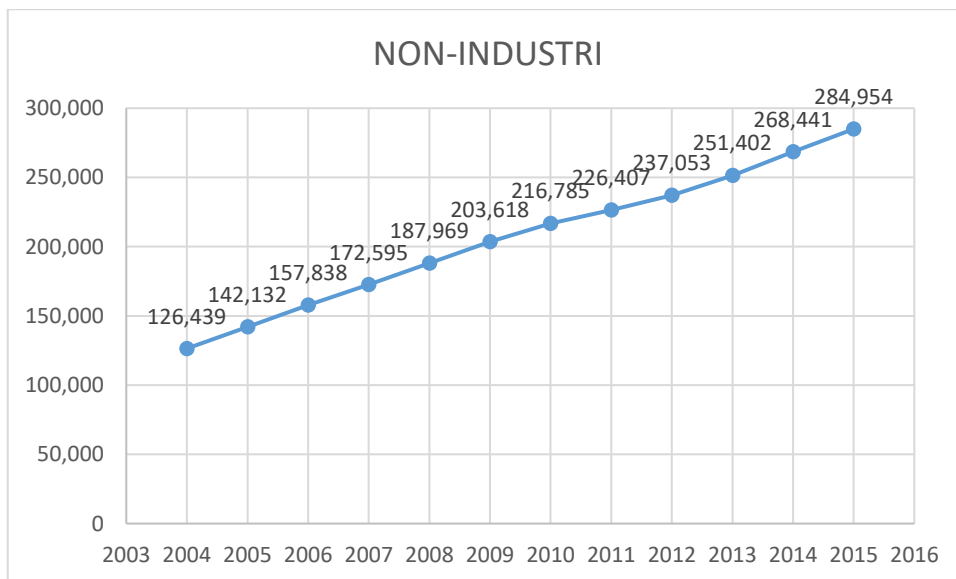
Tabel 4. 1 Rekapitulasi Data Energi Listrik Di Area Batam Tahun 2004-2015

| Tahun | Pelanggan Listrik | | Daya Tersambung (MVA) | | Energi Terjual (GWh) | | Pendapatan Penjualan Energi Listrik (dalam juta Rp) | |
|-------|-------------------|--------------|-----------------------|--------------|----------------------|--------------|---|--------------|
| | Industri | Non-industri | Industri | Non-industri | Industri | Non-industri | Industri | Non-industri |
| 2004 | 177 | 126.439 | 13,106 | 36,662 | 188,608 | 555,244 | 126.925 | 426.181 |
| 2005 | 181 | 142.132 | 21,743 | 45,503 | 225,708 | 597,661 | 158.028 | 474.968 |
| 2006 | 203 | 157.838 | 24,006 | 41,656 | 316,741 | 659,593 | 270.453 | 596.040 |
| 2007 | 232 | 172.595 | 135,293 | 488,391 | 369,931 | 736,147 | 313.176 | 659.263 |
| 2008 | 260 | 187.969 | 183,495 | 548,755 | 417,623 | 816,993 | 386.027 | 794.611 |
| 2009 | 279 | 203.618 | 205,997 | 595,580 | 419,889 | 875,847 | 452.949 | 989.422 |
| 2010 | 281 | 216.785 | 215,423 | 655,346 | 469,042 | 982,238 | 501.918 | 1.111.665 |
| 2011 | 288 | 226.407 | 224,960 | 693,687 | 464,078 | 1.062,899 | 503.882 | 1.206.221 |
| 2012 | 301 | 237.053 | 266,507 | 740,039 | 514,255 | 1.129,969 | 568.850 | 1.314.089 |
| 2013 | 325 | 251.402 | 309,360 | 807,780 | 580,540 | 1.245,500 | 683.652 | 1.438.159 |
| 2014 | 334 | 268.441 | 316,200 | 876,250 | 582,470 | 1.402,280 | 694.964 | 1.660.106 |
| 2015 | 343 | 284.954 | 322,010 | 938,660 | 518,860 | 1.520,380 | 623.009 | 1.803.345 |

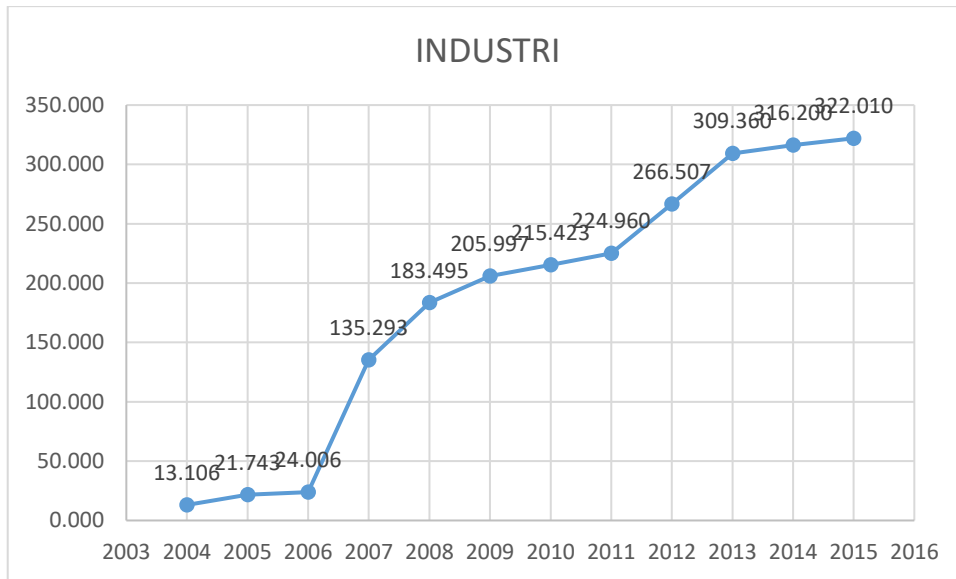
Berdasarkan data pada Tabel 4.1, maka dapat dilihat data ini memiliki pola (*trend*) energi listrik di area Batam dengan data pada grafik Gambar 4.1 sampai dengan Gambar 4.8 sebagai berikut:



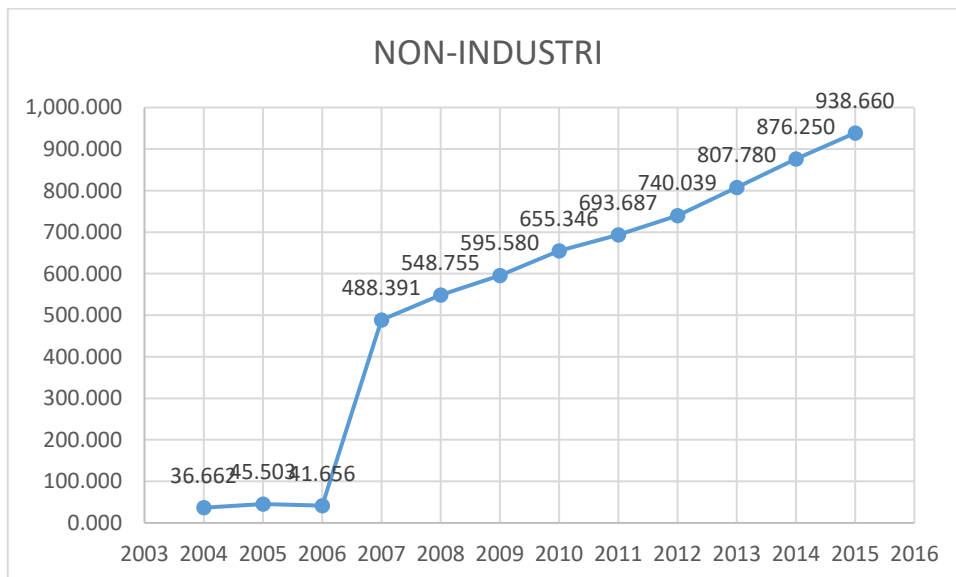
Gambar 4. 1 Grafik Rekapitulasi Pelanggan Listrik Beban Industri



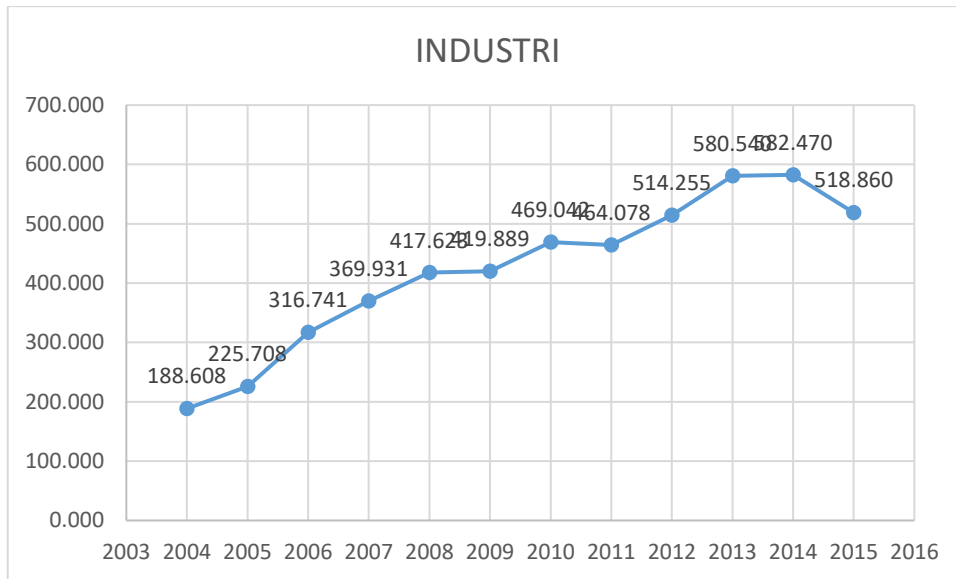
Gambar 4. 2 Grafik Rekapitulasi Pelanggan Listrik Beban Non Industri



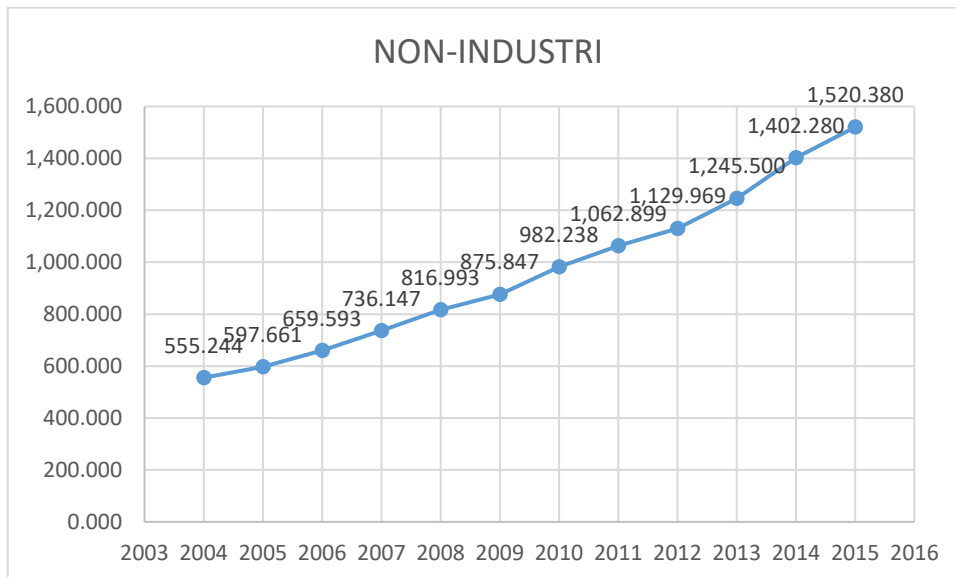
Gambar 4. 3 Grafik Rekapitulasi Daya Tersambung Beban Industri



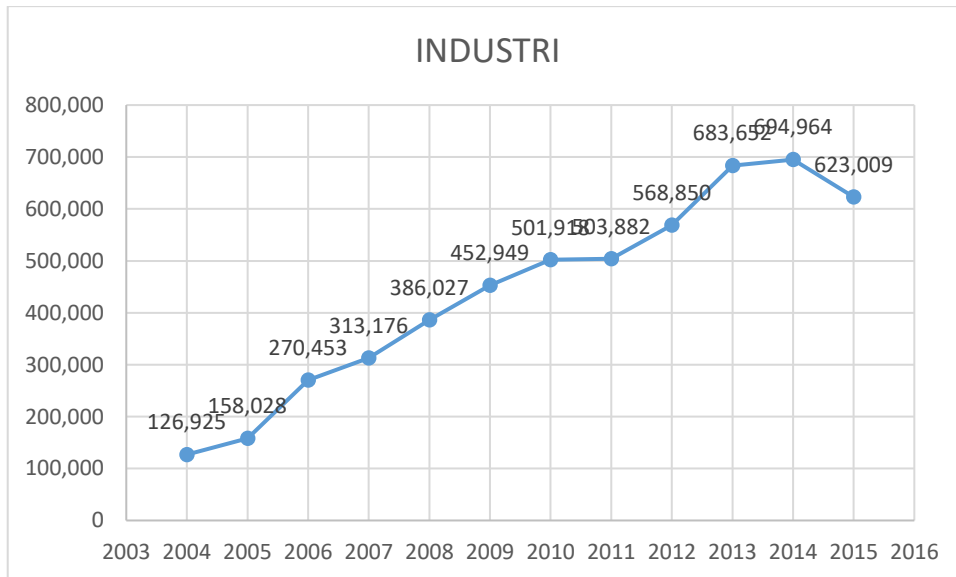
Gambar 4. 4 Grafik Rekapitulasi Daya Tersambung Beban Non Industri



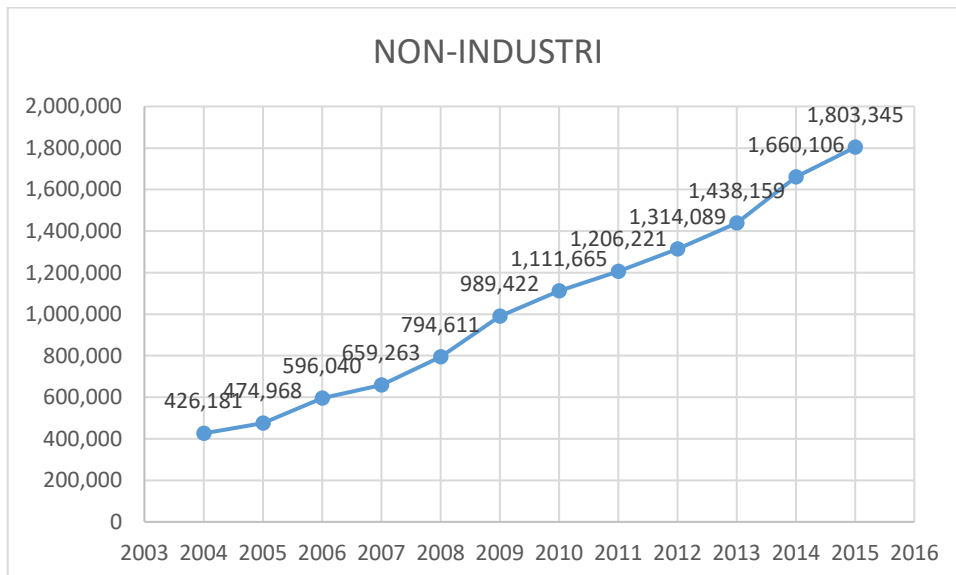
Gambar 4. 5 Grafik Rekapitulasi Energi Yang Terjual Beban Industri



Gambar 4. 6 Grafik Rekapitulasi Energi Yang Terjual Beban Non Industri



Gambar 4. 7 Grafik Rekapitulasi Pendapatan Penjualan Energi Listrik Beban Industri



Gambar 4. 8 Grafik Rekapitulasi Pendapatan Penjualan Energi Listrik Beban Non Industri

Dari masing-masing grafik diatas dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan jumlah pada pelanggan listrik, daya tersambung, energi yang terjual, dan pendapatan penjualan energi listrik untuk beban industri maupun beban non-industri setiap tahunnya.

4.2 Perhitungan dan Pembahasan

4.2.1 Prediksi Pelanggan Listrik

Dari rekapitulasi data pelanggan listrik pada beban industri dan beban non-industri yang diperoleh dari statistik perusahaan PLN dari tahun 2004 sampai dengan tahun 2015 dapat dilakukan analisis regresi linear untuk menentukan nilai konstanta a dan koefisien regresi b pada persamaan linear dengan melakukan perhitungan data seperti pada Tabel 4.2 dan Tabel 4.4

Tabel 4. 2 Perhitungan untuk mendapatkan Konstanta a dan Koefisien Regresi b Pelanggan Listrik pada Beban Industri

| Tahun | Variabel x : Periode Tahun | Variabel y : Pelanggan Listrik | x^2 | $x \cdot y$ |
|--------------|------------------------------------|--|-------|-------------|
| 2004 | 1 | 177 | 1 | 177 |
| 2005 | 2 | 181 | 4 | 362 |
| 2006 | 3 | 203 | 9 | 609 |
| 2007 | 4 | 232 | 16 | 928 |
| 2008 | 5 | 260 | 25 | 1.300 |
| 2009 | 6 | 279 | 36 | 1.674 |
| 2010 | 7 | 281 | 49 | 1.967 |
| 2011 | 8 | 288 | 64 | 2.304 |
| 2012 | 9 | 301 | 81 | 2.709 |
| 2013 | 10 | 325 | 100 | 3.250 |
| 2014 | 11 | 334 | 121 | 3.674 |
| 2015 | 12 | 343 | 144 | 4.116 |
| TOTAL | 78 | 3.204 | 650 | 23.070 |

Berdasarkan persamaan 3.1 dan 3.2 maka perhitungan nilai konstanta (a) dan koefisien regresi (b) sebagai berikut:

$$a = \frac{(\sum y)(\sum x^2) - (\sum x)(\sum xy)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}$$

$$a = \frac{(3.204)(650) - (78)(23.070)}{12(650) - (78)^2}$$

$$a = \frac{(2.082.600) - (1.799.460)}{7.800 - 6.084}$$

$$a = \frac{283.140}{1.716}$$

$$a = 165$$

$$b = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}$$

$$b = \frac{12(23.070) - (78)(3.204)}{12(650) - (78)^2}$$

$$b = \frac{276.840 - 249.912}{7.800 - 6.084}$$

$$b = \frac{26.928}{1.716}$$

$$b = 15,692$$

Dari perhitungan diatas, maka telah didapat konstanta a dan koefisien regresi b. Dengan menggunakan Persamaan Regresi Linear sesuai dengan persamaan 2.1 maka:

$$y = 165 + 15,692x$$

Dilakukan perhitungan untuk memprediksi pertumbuhan jumlah pelanggan listrik pada beban industri selama periode 6 tahun mendatang (tahun 2016 sampai dengan 2021). Berdasarkan persamaan 2.1, dibawah ini adalah hasil perhitungan untuk prediksi pelanggan listrik dan nilai x yang dipakai adalah periode tahun yang akan diprediksi dapat dilihat pada Tabel 4.3

$$y = 165 + 15,692(13) = 369$$

$$y = 165 + 15,692(14) = 385$$

$$y = 165 + 15,692(15) = 400$$

$$y = 165 + 15,692(16) = 416$$

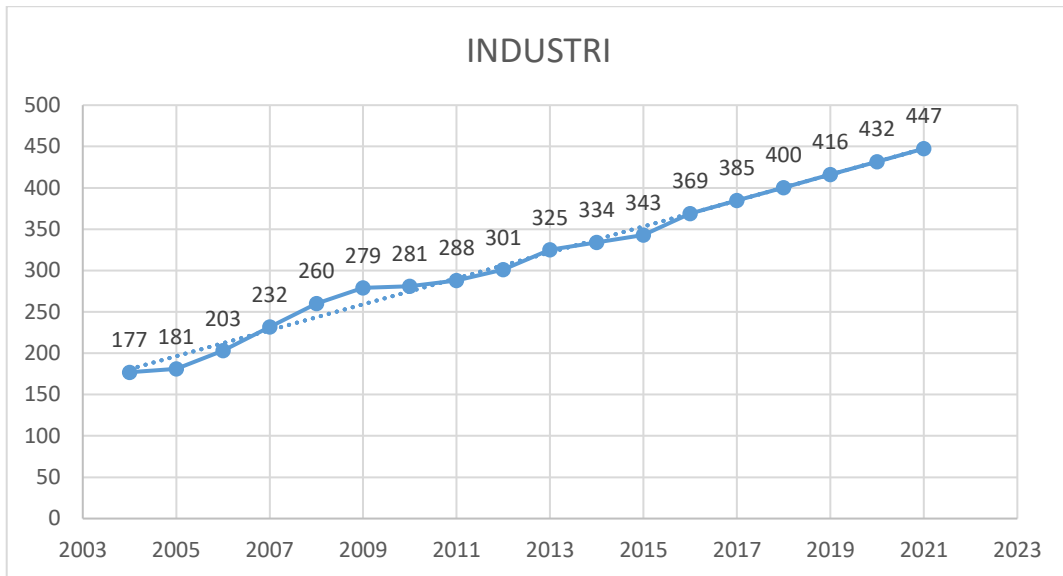
$$y = 165 + 15,692(17) = 432$$

$$y = 165 + 15,692(18) = 447$$

Tabel 4. 3 Hasil Prediksi Jumlah Pelanggan Listrik Beban Industri Listrik di Area Batam tahun 2016 sampai dengan 2021

| Tahun | Periode Tahun | Prediksi Pelanggan Listrik | Selisih | Kenaikan per Tahun (%) |
|----------------------------------|---------------|----------------------------|---------|------------------------|
| 2016 | 13 | 369 | 26 | 7,05 |
| 2017 | 14 | 385 | 16 | 4,08 |
| 2018 | 15 | 400 | 16 | 3,92 |
| 2019 | 16 | 416 | 16 | 3,77 |
| 2020 | 17 | 432 | 16 | 3,63 |
| 2021 | 18 | 447 | 16 | 3,51 |
| Total kenaikan Pelanggan Listrik | | | 104 | |
| Rata-rata Kenaikan per Tahun (%) | | | 4,33 | |

Dari hasil prediksi pada Tabel 4.3 didapatkan bahwa jumlah pelanggan listrik pada beban industri selama 6 tahun mendatang cenderung mengalami peningkatan setiap tahunnya dengan rata-rata kenaikan per tahun adalah 4,33% dengan total kenaikan pelanggan listrik dari tahun 2016 sampai dengan tahun 2021 sebesar 104 pelanggan. Seperti grafik pertumbuhan pelanggan listrik yang terlihat pada Gambar 4.9



Gambar 4. 9 Grafik Pertumbuhan Pelanggan Listrik Beban Industri Tahun 2004 sampai dengan 2021

Tabel 4. 4 Perhitungan untuk mendapatkan Konstanta a dan Koefisien Regresi b Pelanggan Listrik pada Beban Non-Industri

| Tahun | Variabel x : Periode Tahun | Variabel y : Beban Non-Industri | x^2 | $x \cdot y$ |
|--------------|----------------------------|---------------------------------|------------|-------------------|
| 2004 | 1 | 126.439 | 1 | 126.439 |
| 2005 | 2 | 142.132 | 4 | 284.264 |
| 2006 | 3 | 157.838 | 9 | 473.514 |
| 2007 | 4 | 172.595 | 16 | 690.380 |
| 2008 | 5 | 187.969 | 25 | 939.845 |
| 2009 | 6 | 203.618 | 36 | 1.221.708 |
| 2010 | 7 | 216.785 | 49 | 1.517.495 |
| 2011 | 8 | 226.407 | 64 | 1.811.256 |
| 2012 | 9 | 237.053 | 81 | 2.133.477 |
| 2013 | 10 | 251.402 | 100 | 2.514.020 |
| 2014 | 11 | 268.441 | 121 | 2.952.851 |
| 2015 | 12 | 284.954 | 144 | 3.419.448 |
| TOTAL | 78 | 2.475.633 | 650 | 18.084.697 |

Berdasarkan persamaan 3.1 dan 3.2 maka perhitungan nilai konstanta (a) dan koefisien regresi (b) sebagai berikut:

$$a = \frac{(\sum y)(\sum x^2) - (\sum x)(\sum xy)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}$$

$$a = \frac{(2.475.633)(650) - (78)(18.084.697)}{12(650) - (78)^2}$$

$$a = \frac{(1.609.161.450) - (1.410.606.366)}{7.800 - 6.084}$$

$$a = \frac{198.555.084}{1.716}$$

$$a = 115.708$$

$$b = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}$$

$$b = \frac{12(18.084.697) - (78)(2.475.633)}{12(650) - (78)^2}$$

$$b = \frac{217.016.364 - 193.099.374}{7.800 - 6.084}$$

$$b = \frac{23.916.990}{1.716}$$

$$b = 13.938$$

Dari perhitungan diatas, maka telah didapat konstanta a dan koefisien regresi b. Dengan menggunakan Persamaan Regresi Linear sesuai dengan persamaan 2.1 maka:

$$y = 115.708 + 13,938x$$

Dilakukan perhitungan untuk memprediksi pertumbuhan jumlah pelanggan listrik pada beban non-industri selama periode 6 tahun mendatang (tahun 2016 sampai dengan 2021). Berdasarkan persamaan 2.1, dibawah ini adalah hasil perhitungan untuk prediksi pelanggan listrik dan nilai x yang dipakai adalah periode tahun yang akan diprediksi dapat dilihat pada Tabel 4.5

$$y = 115.708 + 13,938(13) = 296.897$$

$$y = 115.708 + 13,938(14) = 310.835$$

$$y = 115.708 + 13,938(15) = 324.773$$

$$y = 115.708 + 13,938(16) = 338.710$$

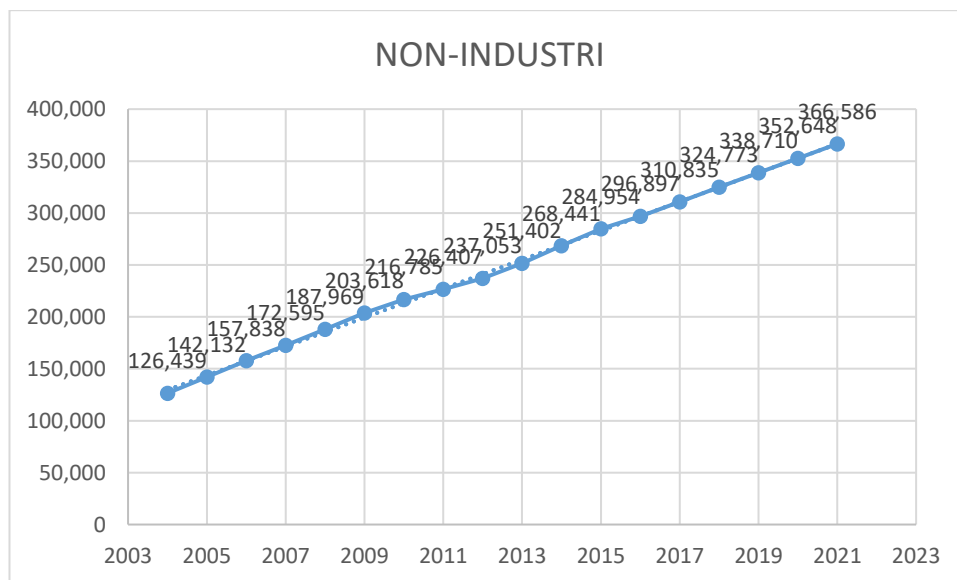
$$y = 115.708 + 13,938(17) = 352.648$$

$$y = 115.708 + 13,938(18) = 366.586$$

Tabel 4. 5 Hasil Prediksi Jumlah Pelanggan Listrik Beban Non-Industri Listrik di Area Batam tahun 2016 sampai dengan 2021

| Tahun | Periode Tahun | Prediksi Pelanggan Listrik | Selisih | Kenaikan per Tahun (%) |
|---|---------------|----------------------------|---------|------------------------|
| 2016 | 13 | 296.897 | 11.943 | 4,02 |
| 2017 | 14 | 310.835 | 13.938 | 4,48 |
| 2018 | 15 | 324.773 | 13.938 | 4,29 |
| 2019 | 16 | 338.710 | 13.938 | 4,11 |
| 2020 | 17 | 352.648 | 13.938 | 3,95 |
| 2021 | 18 | 366.586 | 13.938 | 3,80 |
| Total kenaikan Pelanggan Listrik | | | 81.632 | |
| Rata-rata Kenaikan per Tahun (%) | | | 4,11 | |

Dari hasil prediksi pada Tabel 4.3 didapatkan bahwa jumlah pelanggan listrik pada beban non-industri selama 6 tahun mendatang cenderung mengalami peningkatan setiap tahunnya dengan rata-rata kenaikan per tahun adalah 4,11% dengan total kenaikan pelanggan listrik dari tahun 2016 sampai dengan tahun 2021 sebesar 81.632 pelanggan . Seperti grafik pertumbuhan pelanggan listrik yang terlihat pada Gambar 4.10



Gambar 4. 10 Grafik Pertumbuhan Pelanggan Listrik Beban Non-Industri Tahun 2004 sampai dengan 2021

4.2.2 Prediksi Daya Tersambung

Dari rekapitulasi data daya tersambung pada beban industri dan beban non-industri yang diperoleh dari statistik perusahaan PLN dari tahun 2004 sampai dengan tahun 2015 dapat dilakukan analisis regresi linear untuk menentukan nilai konstanta a dan koefisien regresi b pada persamaan linear dengan melakukan perhitungan data seperti pada Tabel 4.6 dan Tabel 4.8

Tabel 4. 6 Perhitungan untuk mendapatkan Konstanta a dan Koefisien Regresi b Daya Tersambung pada Beban Industri

| Tahun | Variabel x : Periode Tahun | Variabel y : Daya Tersambung (MVA) | x^2 | $x \cdot y$ |
|--------------|---------------------------------------|---|-------------------------|-------------------------------|
| 2004 | 1 | 13,106 | 1 | 13,106 |
| 2005 | 2 | 21,743 | 4 | 43,486 |
| 2006 | 3 | 24,006 | 9 | 72,018 |
| 2007 | 4 | 135,293 | 16 | 541,172 |
| 2008 | 5 | 183,495 | 25 | 917,475 |
| 2009 | 6 | 205,997 | 36 | 1.235,982 |
| 2010 | 7 | 215,423 | 49 | 1.507,961 |
| 2011 | 8 | 224,960 | 64 | 1.799,68 |
| 2012 | 9 | 266,507 | 81 | 2.398,563 |
| 2013 | 10 | 309,360 | 100 | 3.093,6 |
| 2014 | 11 | 316,200 | 121 | 3.478,2 |
| 2015 | 12 | 322,010 | 144 | 3.864,12 |
| TOTAL | 78 | 2.238,100 | 650 | 18.965,36 |

Berdasarkan persamaan 3.1 dan 3.2 maka diperoleh nilai:

$$a = -14,3$$

$$b = 30,89$$

Dengan menggunakan Persamaan Regresi Linear sesuai dengan persamaan 2.1 maka:

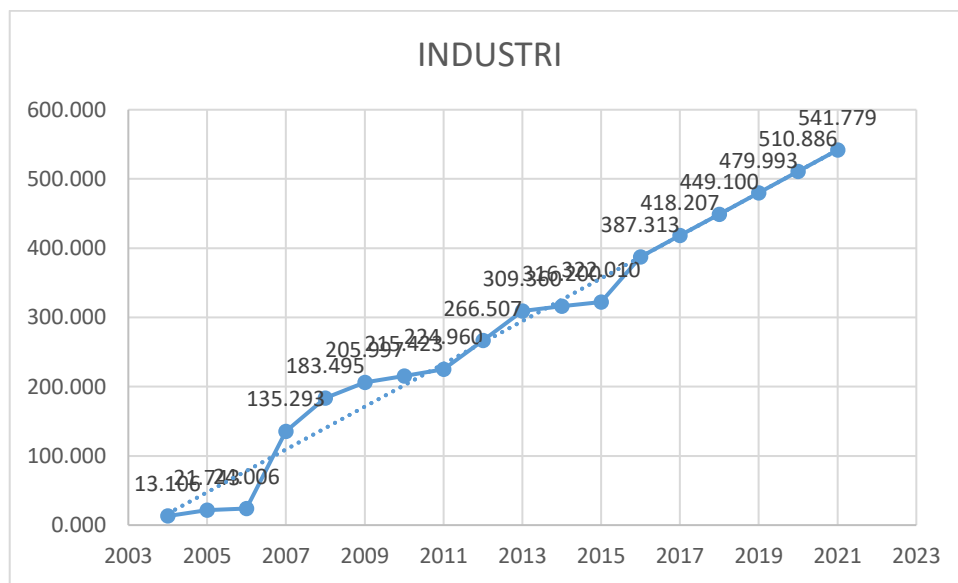
$$y = -14,3 + 30,89x$$

Dilakukan perhitungan untuk memprediksi pertumbuhan jumlah daya tersambung pada beban industri selama 6 tahun mendatang (tahun 2016 sampai dengan 2021). Hasil perhitungan untuk prediksi jumlah daya tersambung dapat dilihat pada Tabel 4.7

Tabel 4. 7 Hasil Prediksi Jumlah Daya Tersambung Beban Industri di Area Batam tahun 2016 sampai dengan 2021

| Tahun | Periode Tahun | Daya Tersambung (MVA) | Selisih | Kenaikan per Tahun (%) |
|---|---------------|-----------------------|---------|------------------------|
| 2016 | 13 | 387,313 | 65,303 | 16,86 |
| 2017 | 14 | 418,207 | 30,893 | 7,39 |
| 2018 | 15 | 449,100 | 30,893 | 6,88 |
| 2019 | 16 | 479,993 | 30,893 | 6,44 |
| 2020 | 17 | 510,886 | 30,893 | 6,05 |
| 2021 | 18 | 541,779 | 30,893 | 5,70 |
| Total kenaikan Daya Tersambung (MVA) | | | 219,769 | |
| Rata-rata Kenaikan per Tahun (%) | | | 8,22 | |

Dari hasil prediksi di atas didapatkan bahwa jumlah daya tersambung pada beban industri selama 6 tahun mendatang sebesar 219,769 MVA dengan rata-rata kenaikan 8,22% setiap tahunnya serta cenderung meningkat secara linear seiring pertambahan periode tahun seperti yang terlihat pada Gambar 4.11



Gambar 4. 11 Grafik Pertumbuhan Daya Tersambung Beban Industri Tahun 2004 sampai dengan 2021

Tabel 4. 8 Perhitungan untuk mendapatkan Konstanta a dan Koefisien Regresi b Daya Tersambung pada Beban Non-Industri

| Tahun | Variabel x : Periode Tahun | Variabel y : Daya Tersambung (MVA) | x^2 | $x \cdot y$ |
|--------------|----------------------------|------------------------------------|------------|-------------------|
| 2004 | 1 | 36,662 | 1 | 36,662 |
| 2005 | 2 | 45,503 | 4 | 91,006 |
| 2006 | 3 | 41,656 | 9 | 124,968 |
| 2007 | 4 | 488,391 | 16 | 1.953,564 |
| 2008 | 5 | 548,755 | 25 | 2.743,775 |
| 2009 | 6 | 595,580 | 36 | 3.573,48 |
| 2010 | 7 | 655,346 | 49 | 4.587,422 |
| 2011 | 8 | 693,687 | 64 | 5.549,496 |
| 2012 | 9 | 740,039 | 81 | 6.660,351 |
| 2013 | 10 | 807,780 | 100 | 8.077,8 |
| 2014 | 11 | 876,250 | 121 | 9.638,75 |
| 2015 | 12 | 938,660 | 144 | 11.263,92 |
| TOTAL | 78 | 6.468,309 | 650 | 54.301,194 |

Berdasarkan persamaan 3.1 dan 3.2 maka diperoleh nilai:

$$a = -18,12$$

$$b = 85,71$$

Dengan menggunakan Persamaan Regresi Linear sesuai dengan persamaan 2.1 maka:

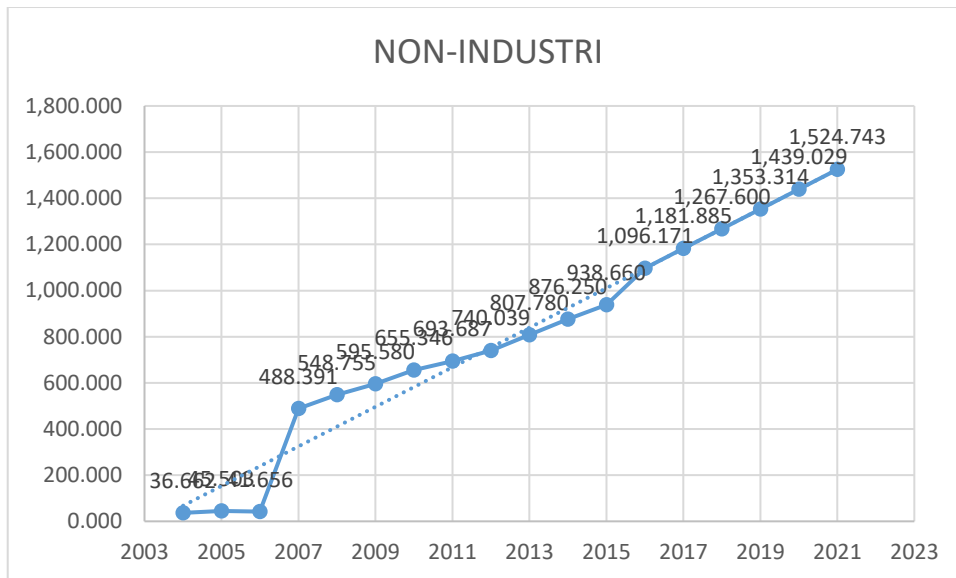
$$y = -18,12 + 85,71x$$

Dilakukan perhitungan untuk memprediksi pertumbuhan jumlah daya tersambung pada beban non-industri selama 6 tahun mendatang (tahun 2016 sampai dengan 2021). Hasil perhitungan untuk prediksi jumlah daya tersambung dapat dilihat pada Tabel 4.9

Tabel 4. 9 Hasil Prediksi Jumlah Daya Tersambung Beban Non-Industri di Area Batam tahun 2016 sampai dengan 2021

| Tahun | Periode Tahun | Daya Tersambung (MVA) | Selisih | Kenaikan per Tahun (%) |
|---|---------------|-----------------------|----------------|------------------------|
| 2016 | 13 | 1,096.171 | 157.511 | 14.37 |
| 2017 | 14 | 1,181.885 | 85.715 | 7.25 |
| 2018 | 15 | 1,267.600 | 85.715 | 6.76 |
| 2019 | 16 | 1,353.314 | 85.715 | 6.33 |
| 2020 | 17 | 1,439.029 | 85.715 | 5.96 |
| 2021 | 18 | 1,524.743 | 85.715 | 5.62 |
| Total kenaikan Daya Tersambung (MVA) | | | 586,083 | |
| Rata-rata Kenaikan per Tahun (%) | | | 7,72 | |

Dari hasil prediksi di atas didapatkan bahwa jumlah daya tersambung beban non-industri selama 6 tahun mendatang sebesar 586,083 MVA dengan rata-rata kenaikan 7,72% setiap tahunnya serta cenderung meningkat secara linear seiring pertambahan periode tahun seperti yang terlihat pada Gambar 4.12



Gambar 4. 12 Grafik Pertumbuhan Daya Tersambung Beban Non-Industri Tahun 2004 sampai dengan 2021

4.2.3 Prediksi Energi yang Terjual

Dari rekapitulasi data energi yang terjual pada beban industri dan beban non-industri yang diperoleh dari statistik perusahaan PLN dari tahun 2004 sampai dengan tahun 2015 dapat dilakukan analisis regresi linear untuk menentukan nilai konstanta a dan koefisien regresi b pada persamaan linear dengan melakukan perhitungan data seperti pada Tabel 4.10 dan Tabel 4.12

Tabel 4. 10 Perhitungan untuk mendapatkan Konstanta a dan Koefisien Regresi b Energi yang Terjual pada Beban Industri

| Tahun | Variabel x : Periode Tahun | Variabel y : Energi yang Terjual (GWh) | x^2 | $x \cdot y$ |
|--------------|----------------------------|--|------------|------------------|
| 2004 | 1 | 188,608 | 1 | 188,608 |
| 2005 | 2 | 225,708 | 4 | 451,416 |
| 2006 | 3 | 316,741 | 9 | 950,223 |
| 2007 | 4 | 369,931 | 16 | 1.479,724 |
| 2008 | 5 | 417,623 | 25 | 2.088,115 |
| 2009 | 6 | 419,889 | 36 | 2.519,334 |
| 2010 | 7 | 469,042 | 49 | 3.283,294 |
| 2011 | 8 | 464,078 | 64 | 3.712,624 |
| 2012 | 9 | 514,255 | 81 | 4.628,295 |
| 2013 | 10 | 580,540 | 100 | 5.805,4 |
| 2014 | 11 | 582,470 | 121 | 6.407,17 |
| 2015 | 12 | 518,860 | 144 | 6.226,32 |
| TOTAL | 78 | 5.067,745 | 650 | 37.740,52 |

Berdasarkan persamaan 3.1 dan 3.2 maka diperoleh nilai:

$$a = 204,12$$

$$b = 33,57$$

Dengan menggunakan Persamaan Regresi Linear sesuai dengan persamaan 2.1 maka:

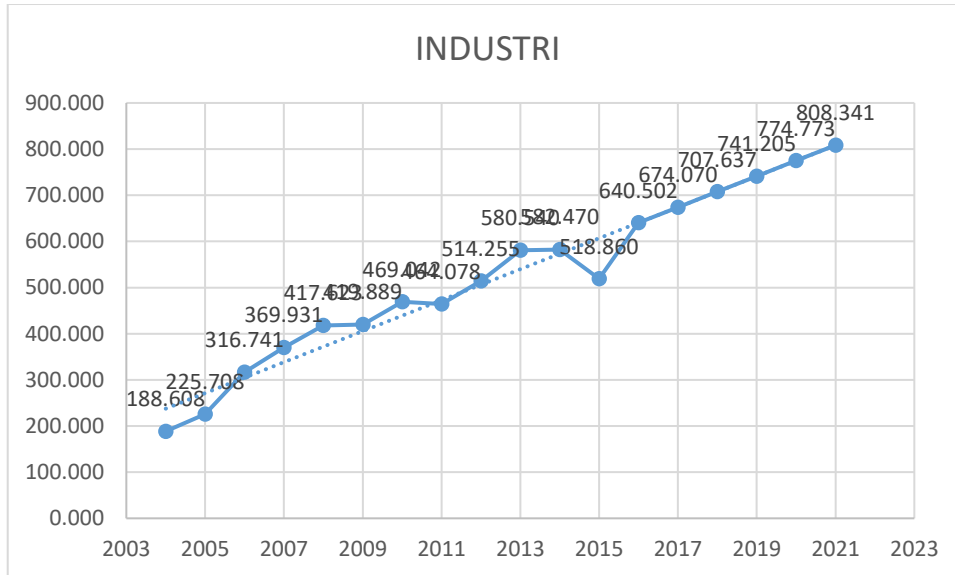
$$y = 204,12 + 33,57x$$

Dilakukan perhitungan untuk memprediksi pertumbuhan jumlah energi yang terjual pada beban industri selama 6 tahun mendatang (tahun 2016 sampai dengan 2021). Hasil perhitungan untuk prediksi jumlah energi yang terjual dapat dilihat pada Tabel 4.11

Tabel 4. 11 Hasil Prediksi Jumlah Energi yang Terjual pada Beban Industri di Area Batam tahun 2016 sampai dengan 2021

| Tahun | Periode Tahun | Energi yang Terjual (GWh) | Selisih | Kenaikan per Tahun (%) |
|---|---------------|---------------------------|----------------|------------------------|
| 2016 | 13 | 640,502 | 121,642 | 18,99 |
| 2017 | 14 | 674,070 | 33,568 | 4,98 |
| 2018 | 15 | 707,637 | 33,568 | 4,74 |
| 2019 | 16 | 741,205 | 33,568 | 4,53 |
| 2020 | 17 | 774,773 | 33,568 | 4,33 |
| 2021 | 18 | 808,341 | 33,568 | 4,15 |
| Total kenaikan Energi yang Terjual (GWh) | | | 289,481 | |
| Rata-rata Kenaikan per Tahun (%) | | | 6,95 | |

Dari hasil prediksi di atas didapatkan bahwa jumlah energi yang terjual pada beban industri selama 6 tahun mendatang sebesar 289,481 GWh dengan rata-rata kenaikan 6,95% setiap tahunnya serta cenderung meningkat secara linear seiring pertambahan periode tahun seperti yang terlihat pada Gambar 4.13



Gambar 4. 13 Grafik Pertumbuhan Energi yang Terjual pada Beban Industri Tahun 2004 sampai dengan 2021

Tabel 4. 12 Perhitungan untuk mendapatkan Konstanta a dan Koefisien Regresi b Energi yang Terjual pada Beban Non-Industri

| Tahun | Variabel x : Periode Tahun | Variabel y : Energi yang Terjual (GWh) | x^2 | $x \cdot y$ |
|--------------|----------------------------|--|------------|-------------------|
| 2004 | 1 | 555,244 | 1 | 555,244 |
| 2005 | 2 | 597,661 | 4 | 1.195,322 |
| 2006 | 3 | 659,593 | 9 | 1.978,779 |
| 2007 | 4 | 736,147 | 16 | 2.944,588 |
| 2008 | 5 | 816,993 | 25 | 4.084,965 |
| 2009 | 6 | 875,847 | 36 | 5.255,082 |
| 2010 | 7 | 982,238 | 49 | 6.875,666 |
| 2011 | 8 | 1.062,899 | 64 | 8.503,192 |
| 2012 | 9 | 1.129,969 | 81 | 10.169,721 |
| 2013 | 10 | 1.245,500 | 100 | 12.455 |
| 2014 | 11 | 1.402,280 | 121 | 15.425,08 |
| 2015 | 12 | 1.520,380 | 144 | 18.244,56 |
| TOTAL | 78 | 11.584,751 | 650 | 87.687,199 |

Berdasarkan persamaan 3.1 dan 3.2 maka diperoleh nilai:

$$a = 402,38$$

$$b = 86,62$$

Dengan menggunakan Persamaan Regresi Linear sesuai dengan persamaan 2.1 maka:

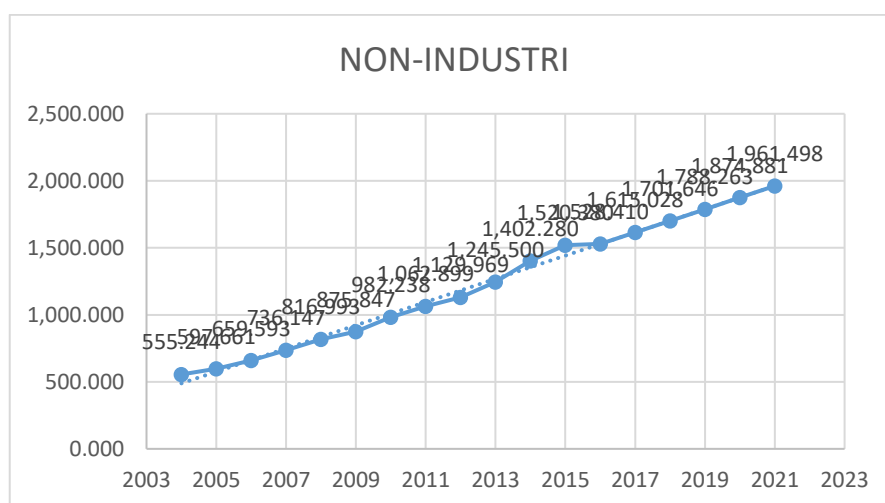
$$y = 402,38 + 86,62x$$

Dilakukan perhitungan untuk memprediksi pertumbuhan jumlah energi yang terjual pada beban non-industri selama 6 tahun mendatang (tahun 2016 sampai dengan 2021). Hasil perhitungan untuk prediksi jumlah energi yang terjual dapat dilihat pada Tabel 4.13

Tabel 4. 13 Hasil Prediksi Jumlah Energi yang Terjual pada Beban Non-Industri di Area Batam tahun 2016 sampai dengan 2021

| Tahun | Periode Tahun | Energi yang Terjual (GWh) | Selisih | Kenaikan per Tahun (%) |
|---|---------------|---------------------------|---------|------------------------|
| 2016 | 13 | 1.528,410 | 8,030 | 0,53 |
| 2017 | 14 | 1.615,028 | 86,618 | 5,36 |
| 2018 | 15 | 1.701,646 | 86,618 | 5,09 |
| 2019 | 16 | 1.788,263 | 86,618 | 4,84 |
| 2020 | 17 | 1.874,881 | 86,618 | 4,62 |
| 2021 | 18 | 1.961,498 | 86,618 | 4,42 |
| Total kenaikan Energi yang Terjual (GWh) | | | 441,118 | |
| Rata-rata Kenaikan per Tahun (%) | | | 4,14 | |

Dari hasil prediksi di atas didapatkan bahwa jumlah energi yang terjual beban non-industri selama 6 tahun mendatang sebesar 441,118 GWh dengan rata-rata kenaikan 4,14% setiap tahunnya serta cenderung meningkat secara linear seiring pertambahan periode tahun seperti yang terlihat pada Gambar 4.13



Gambar 4. 14 Grafik Pertumbuhan Energi yang Terjual pada Beban Non-Industri Tahun 2004 sampai dengan 2021

4.2.4 Prediksi Jumlah Pendapatan Penjualan Energi Listrik

Dari rekapitulasi data pendapatan penjualan energi listrik pada beban industri dan beban non-industri yang diperoleh dari statistik perusahaan PLN dari tahun 2004 sampai dengan tahun 2015 dapat dilakukan analisis regresi linear untuk menentukan nilai konstanta a dan koefisien regresi b pada persamaan linear dengan melakukan perhitungan data seperti pada Tabel 4.14 dan Tabel 4.16

Tabel 4. 14 Perhitungan untuk mendapatkan Konstanta a dan Koefisien Regresi b Pendapatan Penjualan Energi Listrik pada Beban Industri

| Tahun | Variabel x : Periode Tahun | Variabel y : Pendapatan Penjualan Energi Listrik (Juta Rupiah) | x^2 | $x \cdot y$ |
|--------------|------------------------------------|--|------------|-------------------|
| 2004 | 1 | 126.925 | 1 | 126.925 |
| 2005 | 2 | 158.028 | 4 | 316.056 |
| 2006 | 3 | 270.453 | 9 | 811.359 |
| 2007 | 4 | 313.176 | 16 | 1.252.704 |
| 2008 | 5 | 386.027 | 25 | 1.930.135 |
| 2009 | 6 | 452.949 | 36 | 2.717.694 |
| 2010 | 7 | 501.918 | 49 | 3.513.426 |
| 2011 | 8 | 503.882 | 64 | 4.031.056 |
| 2012 | 9 | 568.850 | 81 | 5.119.650 |
| 2013 | 10 | 683.652 | 100 | 6.836.520 |
| 2014 | 11 | 694.964 | 121 | 7.644.604 |
| 2015 | 12 | 623.009 | 144 | 7.476.108 |
| TOTAL | 78 | 5.283.833 | 650 | 41.776.237 |

Berdasarkan persamaan 3.1 dan 3.2 maka diperoleh nilai:

$$a = 102.532$$

$$b = 51.967$$

Dengan menggunakan Persamaan Regresi Linear sesuai dengan persamaan 2.1 maka:

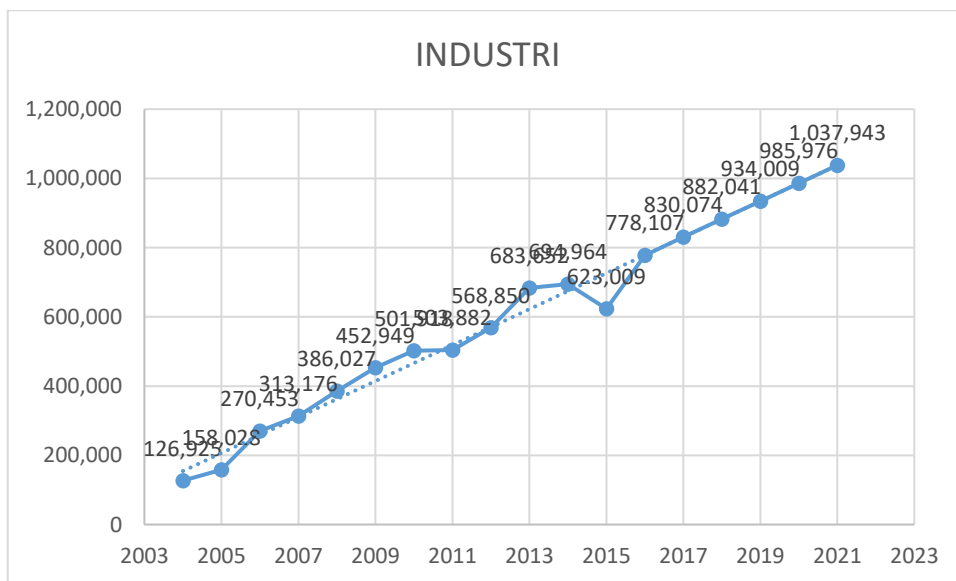
$$y = 102.532 + 51.967x$$

Dilakukan perhitungan untuk memprediksi pertumbuhan jumlah pendapatan penjualan energi listrik pada beban industri selama 6 tahun mendatang (tahun 2016 sampai dengan 2021). Hasil perhitungan untuk prediksi jumlah pendapatan penjualan energi listrik dapat dilihat pada Tabel 4.15

Tabel 4. 15 Hasil Prediksi Jumlah Pendapatan Penjualan Energi Listrik pada Beban Industri di Area Batam tahun 2016 sampai dengan 2021

| Tahun | Periode Tahun | Pendapatan Penjualan Energi Listrik (Juta Rupiah) | Selisih | Kenaikan per Tahun (%) |
|---|---------------|---|---------|------------------------|
| 2016 | 13 | 778,107 | 155,098 | 19.93 |
| 2017 | 14 | 830,074 | 51,967 | 6.26 |
| 2018 | 15 | 882,041 | 51,967 | 5.89 |
| 2019 | 16 | 934,009 | 51,967 | 5.56 |
| 2020 | 17 | 985,976 | 51,967 | 5.27 |
| 2021 | 18 | 1,037,943 | 51,967 | 5.01 |
| Total kenaikan Pendapatan Penjualan Energi Listrik (Juta Rupiah) | | | 414,934 | |
| Rata-rata Kenaikan per Tahun (%) | | | 7.99 | |

Dari hasil prediksi di atas didapatkan bahwa jumlah pendapatan penjualan energi listrik pada beban industri selama 6 tahun mendatang sebesar 414,934 Juta Rupiah dengan rata-rata kenaikan 7,99% setiap tahunnya serta cenderung meningkat secara linear seiring pertambahan periode tahun seperti yang terlihat pada Gambar 4.15



Gambar 4. 15 Grafik Pertumbuhan Pendapatan Penjualan Energi Listrik pada Beban Industri Tahun 2004 sampai dengan 2021

Tabel 4. 16 Perhitungan untuk mendapatkan Konstanta a dan Koefisien Regresi b Pendapatan Penjualan Energi Listrik pada Beban Non-Industri

| Tahun | Variabel x : Periode Tahun | Variabel y : Pendapatan Penjualan Energi Listrik (Juta Rupiah) | x^2 | $x \cdot y$ |
|--------------|----------------------------|--|-------|-------------|
| 2004 | 1 | 426,181 | 1 | 426,181 |
| 2005 | 2 | 474,968 | 4 | 949,936 |
| 2006 | 3 | 596,040 | 9 | 1,788,120 |
| 2007 | 4 | 659,263 | 16 | 2,637,052 |
| 2008 | 5 | 794,611 | 25 | 3,973,055 |
| 2009 | 6 | 989,422 | 36 | 5,936,532 |
| 2010 | 7 | 1,111,665 | 49 | 7,781,655 |
| 2011 | 8 | 1,206,221 | 64 | 9,649,768 |
| 2012 | 9 | 1,314,089 | 81 | 11,826,801 |
| 2013 | 10 | 1,438,159 | 100 | 14,381,590 |
| 2014 | 11 | 1,660,106 | 121 | 18,261,166 |
| 2015 | 12 | 1,803,345 | 144 | 21,640,140 |
| TOTAL | 78 | 12,474,070 | 650 | 99,251,996 |

Berdasarkan persamaan 3.1 dan 3.2 maka diperoleh nilai:

$$a = 213.572$$

$$b = 127.067$$

Dengan menggunakan Persamaan Regresi Linear sesuai dengan persamaan 2.1 maka:

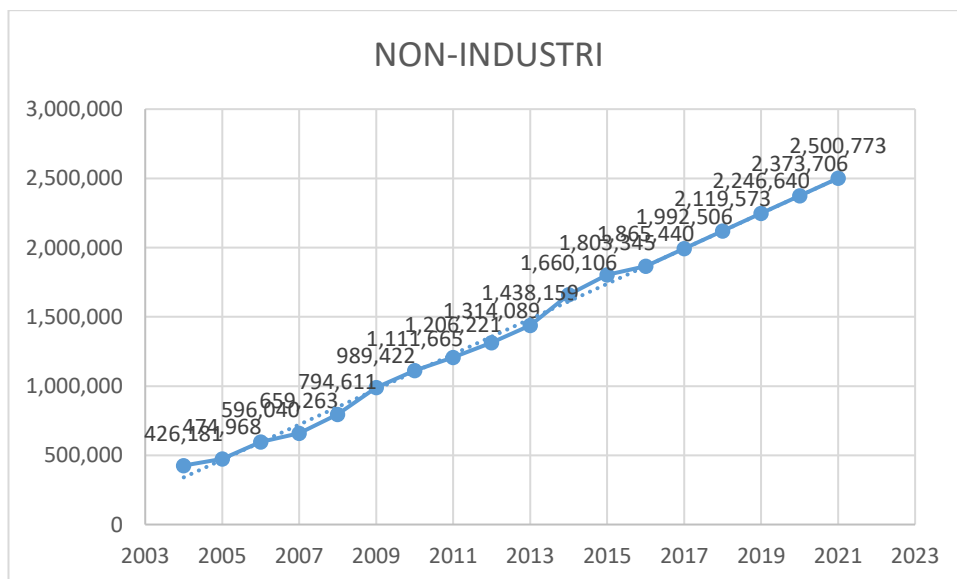
$$y = 213.572 + 127.067x$$

Dilakukan perhitungan untuk memprediksi pertumbuhan jumlah pendapatan penjualan energi listrik pada beban non-industri selama 6 tahun mendatang (tahun 2016 sampai dengan 2021). Hasil perhitungan untuk prediksi jumlah pendapatan penjualan energi listrik dapat dilihat pada Tabel 4.17

Tabel 4. 17 Hasil Prediksi Jumlah Pendapatan Penjualan Energi Listrik pada Beban Non-Industri di Area Batam tahun 2016 sampai dengan 2021

| Tahun | Periode Tahun | Pendapatan Penjualan Energi Listrik (Juta Rupiah) | Selisih | Kenaikan per Tahun (%) |
|---|---------------|---|---------|------------------------|
| 2016 | 13 | 1,865,440 | 62,095 | 3.33 |
| 2017 | 14 | 1,992,506 | 127,067 | 6.38 |
| 2018 | 15 | 2,119,573 | 127,067 | 5.99 |
| 2019 | 16 | 2,246,640 | 127,067 | 5.66 |
| 2020 | 17 | 2,373,706 | 127,067 | 5.35 |
| 2021 | 18 | 2,500,773 | 127,067 | 5.08 |
| Total kenaikan Pendapatan Penjualan Energi Listrik (Juta Rupiah) | | | 697,428 | |
| Rata-rata Kenaikan per Tahun (%) | | | 5,30 | |

Dari hasil prediksi di atas didapatkan bahwa jumlah pendapatan penjualan energi listrik pada beban industri selama 6 tahun mendatang sebesar 697,428 Juta Rupiah dengan rata-rata kenaikan 5,30 % setiap tahunnya serta cenderung meningkat secara linear seiring pertambahan periode tahun seperti yang terlihat pada Gambar 4.16



Gambar 4. 16 Grafik Pertumbuhan Pendapatan Penjualan Energi Listrik pada Beban Industri Tahun 2004 sampai dengan 2021

4.3 Analisis Prediksi Kebutuhan Energi Listrik PLN Area Batam Dengan Minitab

Pada dasarnya normalitas sebuah data dapat dideteksi dengan melihat persebaran data atau titik pada sumbu diagonal dari residualnya dengan melihat hal sebagai berikut:

1. Data dikatakan terdistribusi normal, jika data atau titik menyebar disekitar garis diagonal dan mengikuti arah garis diagonal.

2. Sebaliknya data dikatakan tidak terdistribusi normal, jika data atau titik menyebar jauh dari arah garis atau tidak mengikuti garis diagonal.

Dasar pengambilan keputusan dalam *Analysis of Variance* (ANOVA) yaitu sebagai berikut:

1. Jika nilai probabilitas signifikan $> 0,05$ maka variabel (x) tidak mempunyai pengaruh terhadap variabel (y)
2. Jika nilai probabilitas signifikan $< 0,05$ maka variabel variabel (x) mempunyai pengaruh terhadap variabel (y)

Berdasarkan langkah pengolahan data yang telah dilakukan, maka didapatkan hasil *output* dengan menggunakan *minitab* untuk jumlah pelanggan, jumlah daya tersambung, jumlah energi yang terjual, jumlah pendapatan penjualan energi listrik yang dapat dilihat dalam hasil *output Regression Analysis* yang memiliki besarnya nilai korelasi atau hubungan R dan koefisien determinasi $R Square$ masing-masing nilai mendekati 100% yang mengandung pengertian bahwa semakin besar nilai korelasi dan koefisien determinasi maka bisa dikatakan variabel penyebab memiliki pengaruh besar terhadap variabel akibat.

Dari *output* tersebut terlihat besaran nilai *Analysis of Variance* ditunjukkan bahwa tingkat signifikan atau nilai probabilitas $0,000 < 0,05$. Dengan demikian menjelaskan bahwa pengaruh yang nyata (signifikan) variabel penyebab (x) terhadap variabel akibat (y) dan menandakan ketepatan model regresi linear yang dipakai untuk memprediksi variabel akibat (y).

Menentukan normalitas dari data yang ada maka bisa melihat grafik *normal probability plot* pada *minitab* yang menunjukkan bahwa diagram pencar data observasi terhadap garis diagonal dari masing-masing data masih berada disekitar garis diagonal. Hal itu menunjukkan bahwa tingkat normalitas data observasi dapat diterima.

Maka berdasarkan perkiraan yang telah dilakukan untuk memenuhi kebutuhan energi listrik untuk beban industri dan beban non-industri, jumlah daya yang perlu dipersiapkan oleh pihak PLN khususnya wilayah kota Batam untuk periode 6 tahun mendatang minimnya sebesar 805,852 MVA dari hasil jumlah daya tersambung di setiap tahunnya yang sudah diprediksi, yang mana mengalami rata-rata kenaikan per tahun sebesar 7,85 %.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisis yang dilakukan dapat diambil kesimpulannya sebagai berikut:

1. Prediksi total kenaikan jumlah pelanggan listrik pada beban industri adalah sebesar 104 pelanggan (rata-rata pertumbuhan per tahun sebesar 4,33%) dan pada beban non-industri sebesar 81.632 pelanggan (rata-rata pertumbuhan per tahun sebesar 4,11%).
2. Prediksi total kenaikan jumlah daya tersambung pada beban industri sebesar 219,769 MVA (rata-rata pertumbuhan per tahun sebesar 8,22%) dan pada beban non-industri sebesar 586,083 MVA (rata-rata pertumbuhan per tahun sebesar 7,72%).
3. Prediksi total kenaikan jumlah energi listrik yang terjual pada beban industri sebesar 289,481 GWh (rata-rata pertumbuhan per tahun sebesar 6,95%) dan pada beban non-industri sebesar 441,118 GWh (rata-rata pertumbuhan per tahun sebesar 7,72%).
4. Prediksi total kenaikan jumlah pendapatan penjualan pada beban industri sebesar 414.934 Juta Rupiah (rata-rata pertumbuhan per tahun sebesar 7,99%) dan pada beban non-industri sebesar 697.428 Juta Rupiah (rata-rata pertumbuhan per tahun sebesar 5,30%)

5.2 Saran

Penelitian ini dilakukan penulis hanya memprediksikan kebutuhan energi listrik pada wilayah kota Batam dan hanya menggunakan salah satu metode yaitu Regresi Linear dengan memiliki hambatan keterbatasan data yang diperoleh. Diharapkan untuk penelitian selanjutnya bisa mendapatkan data yang terbaru dan menggunakan metode lainnya pada wilayah lainnya juga untuk hasil yang lebih memuaskan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Yuningsih Akili dan Yasin Mohamad, *Analisa Perkiraan Energi Menggunakan Metode Koefisien Energi (Studi Kasus : PT.PLN (PERSERO) Area Gorontalo*, Gorontalo: Jurnal Teknologi Electricshan, 2014.
- [2] Ricky Ardian Pratama, Lilik, dan Anifah, "Peramalan Beban Listrik Jangka Panjang Provinsi D.I. Yogyakarta Menggunakan *Neural Network Backpropagation*," *Jurnal Teknik Elektro*, Vol.05, No.03, hal.0-47, 2016.
- [3] M. Syafruddin, Lukmanul Hakim, dan Dikpride Despa, "Metode Regresi Linier untuk Prediksi Kebutuhan Energi Listrik Jangka Panjang (Studi Kasus Provinsi Lampung)," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan (JITET)*, Vol.02, No.02, 2014.
- [4] Sofjan Assauri, *Manajemen Produksi dan Operasi*, Edisi Revisi, Jakarta: Lembaga Penerbit. Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia, 1999.
- [5] Wikipedia, "Minitab," *Wikipedia*, 21 Januari 2017 [Online]. Tersedia: <https://id.wikipedia.org/wiki/Minitab> [Diakses: 22 September 2017]
- [6] Dickson Kho, "Analisis Regresi Linear Sederhana (Simple Linear Regression)," *Teknik Elektronika*, Juli 2014 [Online]. Tersedia: <http://teknikelektronika.com/analisis-regresi-linear-sederhana-simple-linear-regression/> [Diakses: 22 September 2017]
- [7] Jannatul M.S, "Karakteristik Peramalan yang Baik," *NaThul QutThuq JetThul*, 11 Mei 2011 [Online]. Tersedia: <http://jannatulms.blogspot.co.id/2011/05/karakteristik-peramalan-yang-baik.html> [Diakses: 22 September 2017]
- [8] Wikipedia, "Analisis Regresi," *Wikipedia*, 20 Januari 2017 [Online]. Tersedia: https://id.wikipedia.org/wiki/Analisis_regresi [Diakses: 22 September 2017]
- [9] Maruli DMK, "Pengertian peramalan (Forecasting)," *Kumpulan Artikel New*, Maret 2015 [Online]. Tersedia: http://xerma.blogspot.co.id/2013/07/pengertian-peramalan-forecasting_4848.html [Diakses: 22 September 2017]

LAMPIRAN

OUTPUT UJI REGRESI LINEAR

PELANGGAN LISTRIK

INDUSTRI

Regression Analysis: y versus x

Analysis of Variance

| Source | DF | Adj SS | Adj MS | F-Value | P-Value |
|------------|----|--------|---------|---------|---------|
| Regression | 1 | 35214 | 35213.5 | 289.00 | 0.000 |
| x | 1 | 35214 | 35213.5 | 289.00 | 0.000 |
| Error | 10 | 1218 | 121.8 | | |
| Total | 11 | 36432 | | | |

Model Summary

| S | R-sq | R-sq(adj) | R-sq(pred) |
|---------|--------|-----------|------------|
| 11.0384 | 96.66% | 96.32% | 95.31% |

Coefficients

| Term | Coef | SE Coef | T-Value | P-Value | VIF |
|----------|--------|---------|---------|---------|------|
| Constant | 165.00 | 6.79 | 24.29 | 0.000 | |
| x | 15.692 | 0.923 | 17.00 | 0.000 | 1.00 |

Regression Equation

$$y = 165.00 + 15.692 x$$

Normplot of Residuals for y

NON-INDUSTRI

Regression Analysis: y versus x

Analysis of Variance

| Source | DF | Adj SS | Adj MS | F-Value | P-Value |
|------------|----|-------------|-------------|---------|---------|
| Regression | 1 | 27778866097 | 27778866097 | 3216.03 | 0.000 |
| x | 1 | 27778866097 | 27778866097 | 3216.03 | 0.000 |
| Error | 10 | 86376196 | 8637620 | | |
| Total | 11 | 27865242292 | | | |

Model Summary

| S | R-sq | R-sq(adj) | R-sq(pred) |
|---------|--------|-----------|------------|
| 2938.98 | 99.69% | 99.66% | 99.56% |

Coefficients

| Term | Coef | SE Coef | T-Value | P-Value | VIF |
|----------|--------|---------|---------|---------|------|
| Constant | 115708 | 1809 | 63.97 | 0.000 | |
| x | 13938 | 246 | 56.71 | 0.000 | 1.00 |

Regression Equation

$$y = 115708 + 13938 x$$

Normplot of Residuals for y

DAYA TERSAMBUNG

INDUSTRI

Regression Analysis: y versus x

Analysis of Variance

| Source | DF | Adj SS | Adj MS | F-Value | P-Value |
|------------|----|--------|--------|---------|---------|
| Regression | 1 | 136477 | 136477 | 149.23 | 0.000 |
| x | 1 | 136477 | 136477 | 149.23 | 0.000 |
| Error | 10 | 9146 | 915 | | |
| Total | 11 | 145622 | | | |

Model Summary

| S | R-sq | R-sq(adj) | R-sq(pred) |
|---------|--------|-----------|------------|
| 30.2417 | 93.72% | 93.09% | 90.93% |

Coefficients

| Term | Coef | SE Coef | T-Value | P-Value | VIF |
|----------|-------|---------|---------|---------|------|
| Constant | -14.3 | 18.6 | -0.77 | 0.460 | |
| x | 30.89 | 2.53 | 12.22 | 0.000 | 1.00 |

Regression Equation

$$y = -14.3 + 30.89 x$$

Normplot of Residuals for y

NON INDUSTRI

Regression Analysis: y versus x

Analysis of Variance

| Source | DF | Adj SS | Adj MS | F-Value | P-Value |
|------------|----|---------|---------|---------|---------|
| Regression | 1 | 1050620 | 1050620 | 86.07 | 0.000 |
| x | 1 | 1050620 | 1050620 | 86.07 | 0.000 |
| Error | 10 | 122061 | 12206 | | |
| Total | 11 | 1172681 | | | |

Model Summary

| S | R-sq | R-sq(adj) | R-sq(pred) |
|---------|--------|-----------|------------|
| 110.481 | 89.59% | 88.55% | 85.38% |

Coefficients

| Term | Coef | SE Coef | T-Value | P-Value | VIF |
|----------|-------|---------|---------|---------|------|
| Constant | -18.1 | 68.0 | -0.27 | 0.795 | |
| x | 85.71 | 9.24 | 9.28 | 0.000 | 1.00 |

Regression Equation

$$y = -18.1 + 85.71 x$$

Normplot of Residuals for y

ENERGI TERJUAL

INDUSTRI

Regression Analysis: y versus x

Analysis of Variance

| Source | DF | Adj SS | Adj MS | F-Value | P-Value |
|------------|----|--------|--------|---------|---------|
| Regression | 1 | 161131 | 161131 | 87.35 | 0.000 |
| x | 1 | 161131 | 161131 | 87.35 | 0.000 |
| Error | 10 | 18446 | 1845 | | |
| Total | 11 | 179577 | | | |

Model Summary

| S | R-sq | R-sq(adj) | R-sq(pred) |
|---------|--------|-----------|------------|
| 42.9492 | 89.73% | 88.70% | 82.17% |

Coefficients

| Term | Coef | SE Coef | T-Value | P-Value | VIF |
|----------|-------|---------|---------|---------|------|
| Constant | 204.1 | 26.4 | 7.72 | 0.000 | |
| x | 33.57 | 3.59 | 9.35 | 0.000 | 1.00 |

Regression Equation

$$y = 204.1 + 33.57 x$$

Fits and Diagnostics for Unusual Observations

| Obs | y | Fit | Resid | Std Resid |
|-----|-------|-------|-------|-----------|
| 12 | 518.9 | 606.9 | -88.1 | -2.44 |

R Large residual

Normplot of Residuals for y

NON INDUSTRI

Regression Analysis: y versus x

Analysis of Variance

| Source | DF | Adj SS | Adj MS | F-Value | P-Value |
|------------|----|---------|---------|---------|---------|
| Regression | 1 | 1072873 | 1072873 | 513.30 | 0.000 |
| x | 1 | 1072873 | 1072873 | 513.30 | 0.000 |
| Error | 10 | 20901 | 2090 | | |
| Total | 11 | 1093775 | | | |

Model Summary

| S | R-sq | R-sq(adj) | R-sq(pred) |
|---------|--------|-----------|------------|
| 45.7181 | 98.09% | 97.90% | 96.76% |

Coefficients

| Term | Coef | SE Coef | T-Value | P-Value | VIF |
|----------|-------|---------|---------|---------|------|
| Constant | 402.4 | 28.1 | 14.30 | 0.000 | |
| x | 86.62 | 3.82 | 22.66 | 0.000 | 1.00 |

Regression Equation

$$y = 402.4 + 86.62 x$$

Fits and Diagnostics for Unusual Observations

| Obs | y | Fit | Resid | Std Resid |
|-----|--------|--------|-------|-----------|
| 12 | 1520.4 | 1441.8 | 78.6 | 2.05 |

R Large residual

Normplot of Residuals for y

PENDAPATAN PENJUALAN

INDUSTRI

Regression Analysis: y versus x

Analysis of Variance

| Source | DF | Adj SS | Adj MS | F-Value | P-Value |
|------------|----|-------------|-------------|---------|---------|
| Regression | 1 | 3.86186E+11 | 3.86186E+11 | 178.53 | 0.000 |
| x | 1 | 3.86186E+11 | 3.86186E+11 | 178.53 | 0.000 |
| Error | 10 | 21630824229 | 2163082423 | | |
| Total | 11 | 4.07817E+11 | | | |

Model Summary

| S | R-sq | R-sq(adj) | R-sq(pred) |
|---------|--------|-----------|------------|
| 46508.9 | 94.70% | 94.17% | 90.81% |

Coefficients

| Term | Coef | SE Coef | T-Value | P-Value | VIF |
|----------|--------|---------|---------|---------|------|
| Constant | 102532 | 28624 | 3.58 | 0.005 | |
| x | 51967 | 3889 | 13.36 | 0.000 | 1.00 |

Regression Equation

$$y = 102532 + 51967 x$$

Fits and Diagnostics for Unusual Observations

| Obs | y | Fit | Resid | Std Resid | |
|-----|--------|--------|---------|-----------|---|
| 12 | 623009 | 726140 | -103131 | -2.64 | R |

R Large residual

Normplot of Residuals for y

NON INDUSTRI

Regression Analysis: y versus x

Analysis of Variance

| Source | DF | Adj SS | Adj MS | F-Value | P-Value |
|------------|----|-------------|-------------|---------|---------|
| Regression | 1 | 2.30887E+12 | 2.30887E+12 | 900.37 | 0.000 |
| x | 1 | 2.30887E+12 | 2.30887E+12 | 900.37 | 0.000 |
| Error | 10 | 25643687501 | 2564368750 | | |
| Total | 11 | 2.33451E+12 | | | |

Model Summary

| S | R-sq | R-sq(adj) | R-sq(pred) |
|---------|--------|-----------|------------|
| 50639.6 | 98.90% | 98.79% | 98.18% |

Coefficients

| Term | Coef | SE Coef | T-Value | P-Value | VIF |
|----------|--------|---------|---------|---------|------|
| Constant | 213572 | 31167 | 6.85 | 0.000 | |
| x | 127067 | 4235 | 30.01 | 0.000 | 1.00 |

Regression Equation

$$y = 213572 + 127067 x$$

Fits and Diagnostics for Unusual Observations

| Obs | y | Fit | Resid | Std Resid | |
|-----|--------|--------|-------|-----------|---|
| 1 | 426181 | 340639 | 85542 | 2.01 | R |

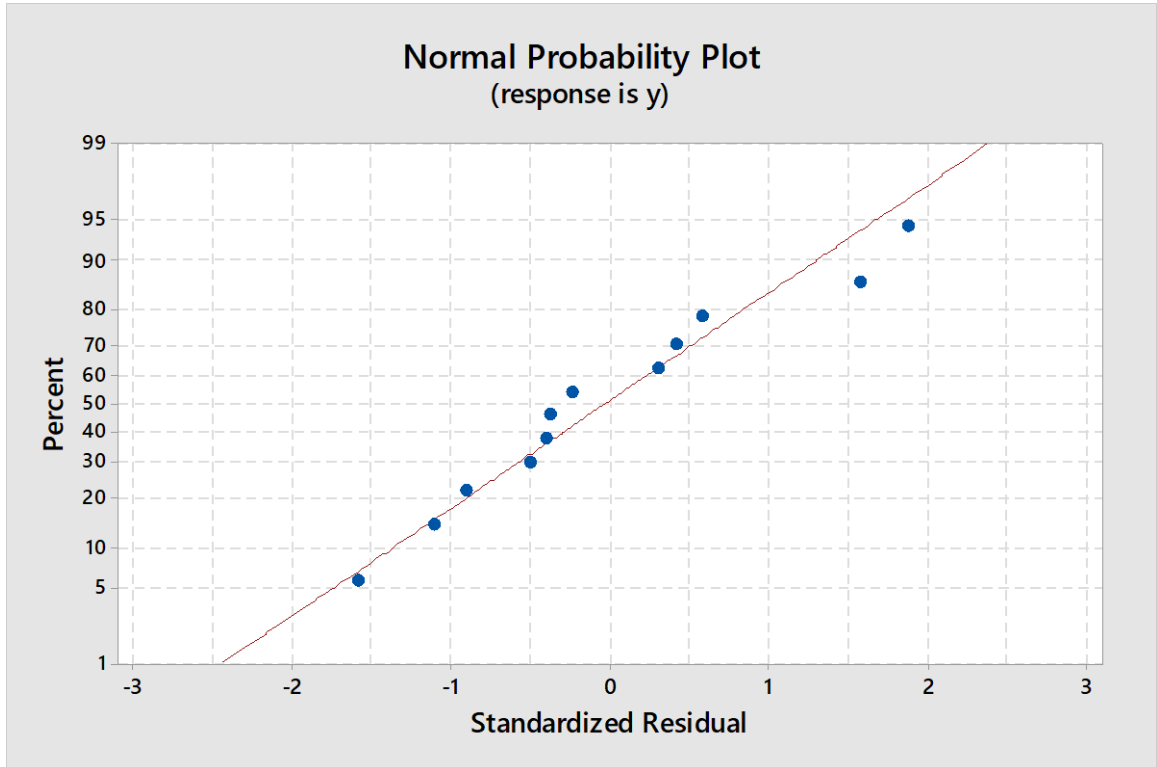
R Large residual

Normplot of Residuals for y

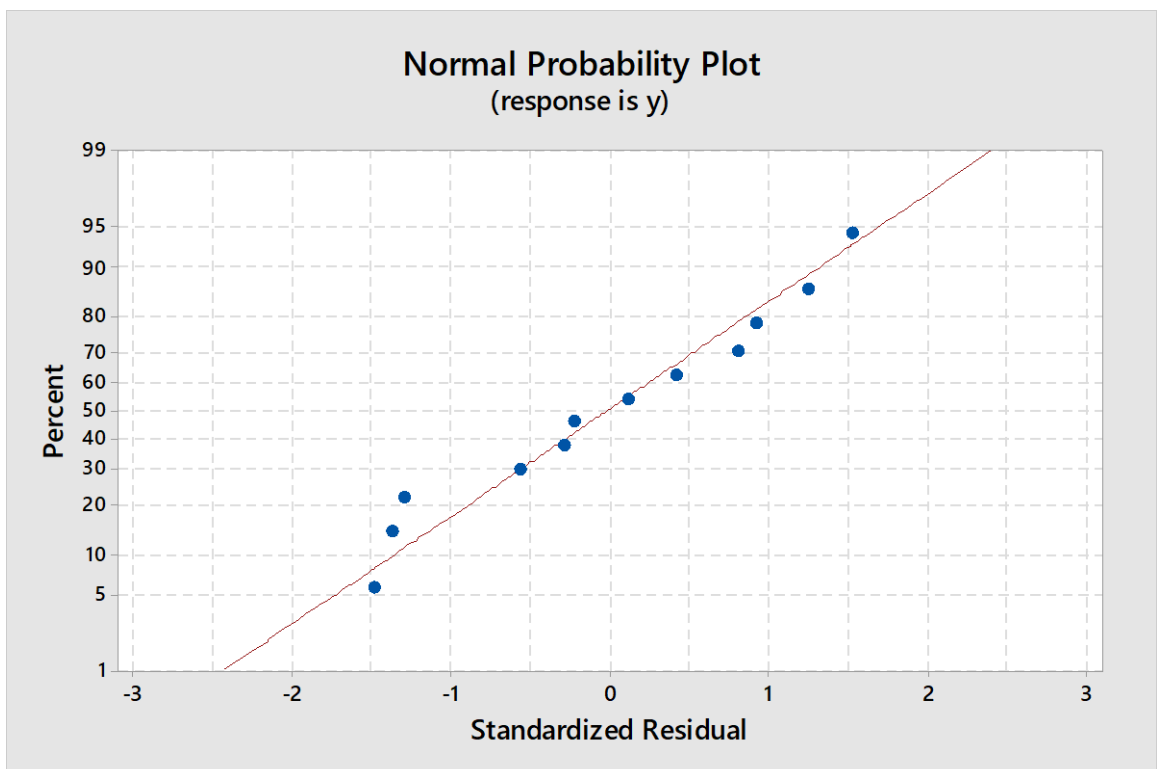
DIAGRAM PERNCAR UNTUK UJI NORMALITAS DATA

PELANGGAN LISTRIK

INDUSTRI

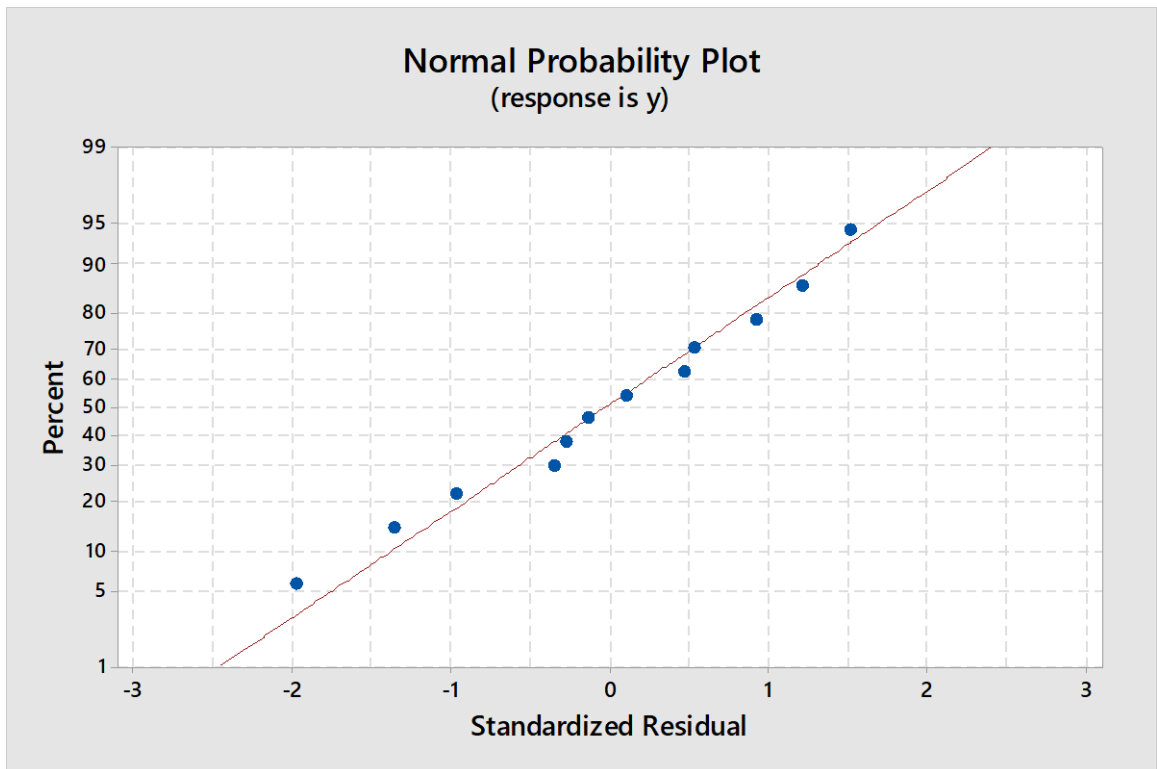


NON-INDUSTRI

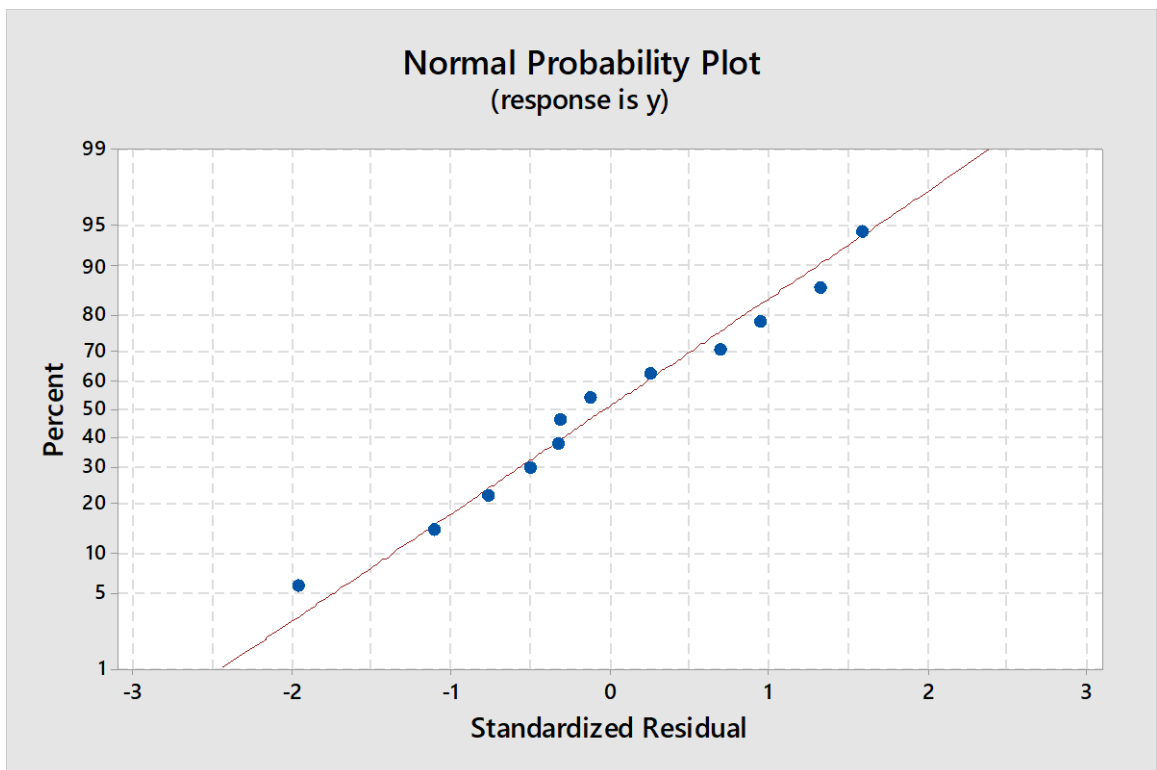


DAYA TERSAMBUNG

INDUSTRI

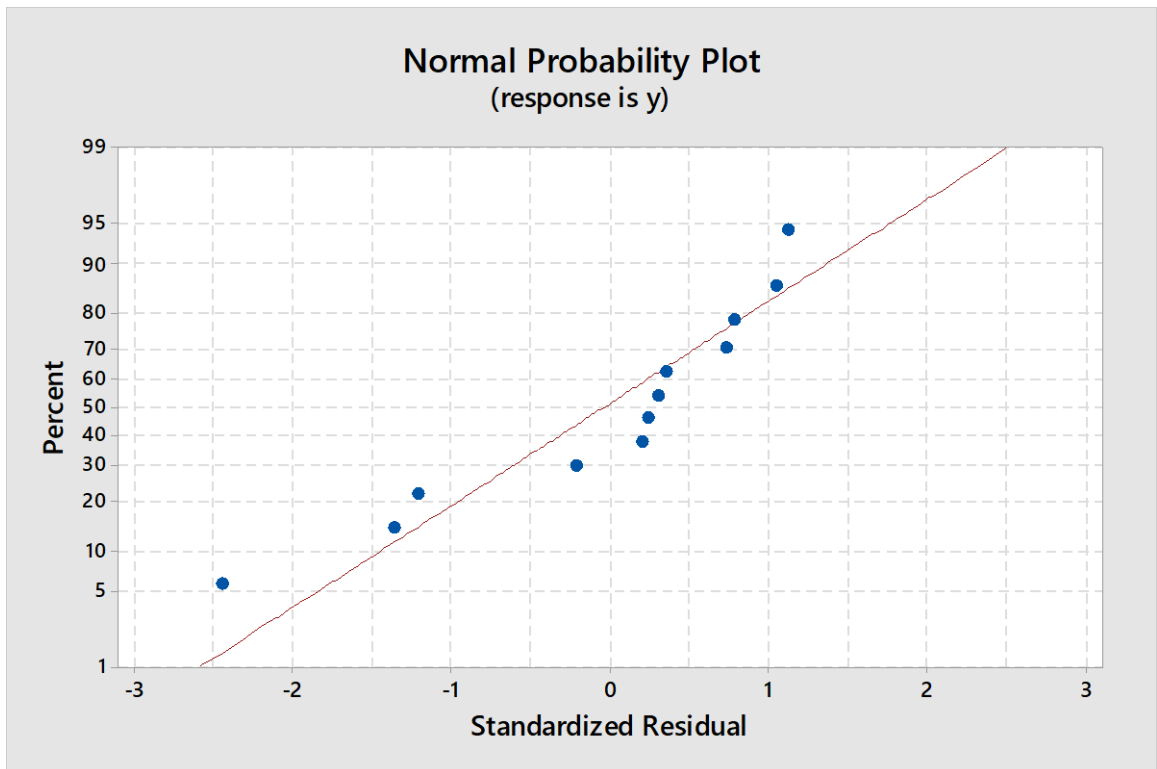


NON INDUSTRI

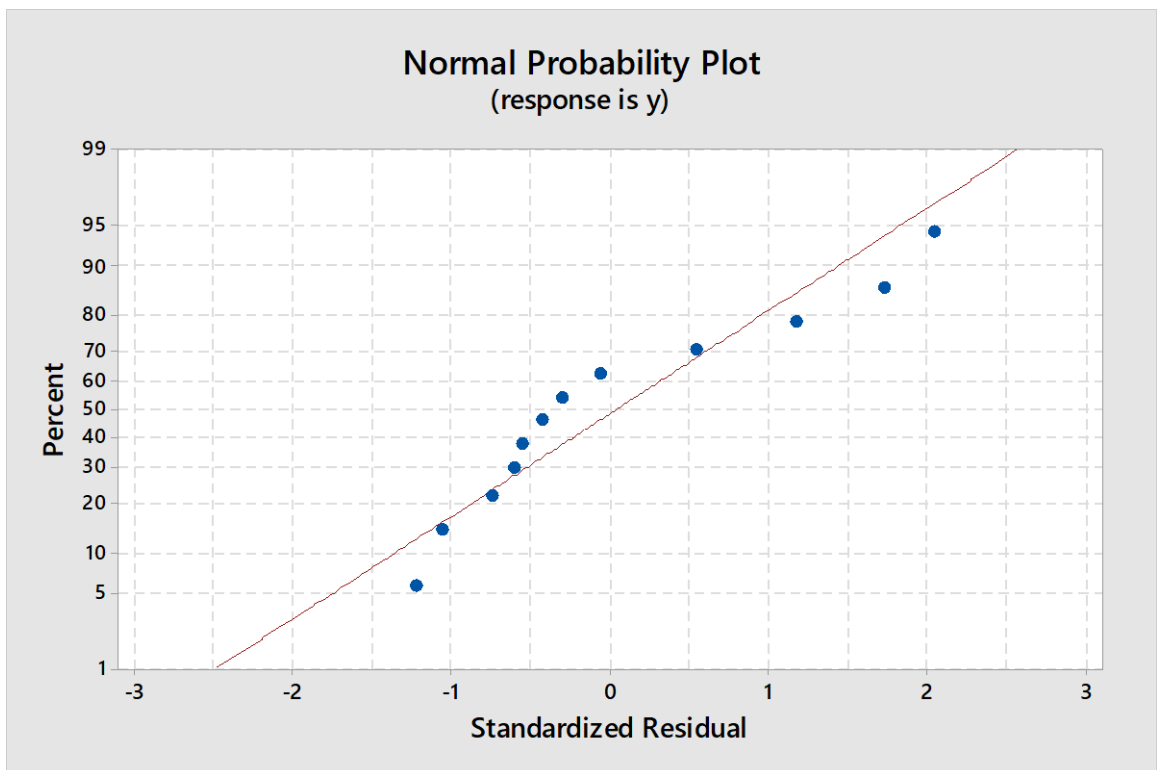


ENERGI TERJUAL

INDUSTRI

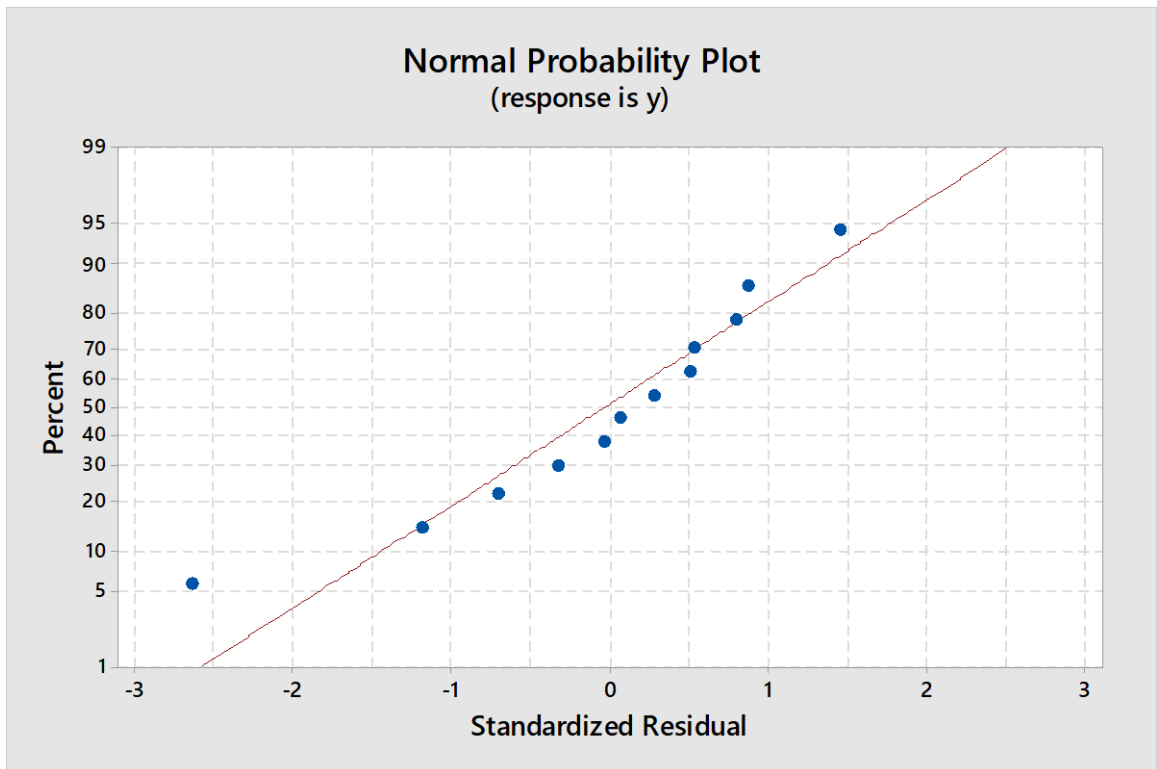


NON INDUSTRI



PENDAPATAN PENJUALAN

INDUSTRI



NON INDUSTRI

