Hak cipta dan penggunaan kembali:

Lisensi ini mengizinkan setiap orang untuk menggubah, memperbaiki, dan membuat ciptaan turunan bukan untuk kepentingan komersial, selama anda mencantumkan nama penulis dan melisensikan ciptaan turunan dengan syarat yang serupa dengan ciptaan asli.

Copyright and reuse:

This license lets you remix, tweak, and build upon work non-commercially, as long as you credit the origin creator and license it on your new creations under the identical terms.

Team project ©2017
Dony Pratidana S. Hum | Bima Agus Setyawan S. IIP

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Sistem Pakar

Sistem pakar adalah alat komputerisasi yang dirancang untuk meningkatkan kualitas dan ketersediaan pengetahuan yang dibutuhkan oleh para pengambil keputusan di berbagai bidang.

Sistem pakar dibedakan dengan perangkat lunak aplikasi konvensional dengan cara berikut (Richard, 1991):

a. kerangka sistem pakar, atau interpreter.
b. adanya "basis pengetahuan" atau sistem terkait konsep yang memungkinkan komputer untuk penilaian manusia perkiraan.
c. kecanggihan *user interface.*

Sementara bahasa pemrograman konvensional dapat digunakan untuk membangun basis pengetahuan, kerangka sistem pakar menyederhanakan proses menciptakan basis pengetahuan. Kerangka ini memproses informasi yang dimasukkan oleh pengguna, menghubungkannya dengan konsep-konsep yang terkandung dalam basis pengetahuan, dan memberikan penilaian atau solusi untuk masalah tertentu. Dengan demikian, sebuah kerangka sistem pakar menyediakan lapisan antara antarmuka pengguna dan sistem operasi komputer untuk mengelola input dan output data. Sistem pakar juga memanipulasi informasi yang diberikan oleh pengguna dalam hubungannya dengan basis pengetahuan untuk sampai pada kesimpulan tertentu.

Sistem Pakar ..., Alethea Suryadibrata,FTI UMN 2014

Basis pengetahuan digunakan sebagai dasar dari sistem pakar yaitu hubungan antara ide-ide, konsep, dan probabilitas statistik yang memungkinkan penalaran bagian dari sistem untuk melakukan evaluasi yang akurat dari masalah yang potensial. Basis pengetahuan secara tradisional dinyatakan dengan "*IF-THEN*", tetapi deskripsi ini menyesatkan karena basis pengetahuan mungkin tidak berisi aturan definitif sama sekali, melainkan bisa juga berisi hubungan asosiatif antara konsep-konsep yang berbeda, informasi statistik tentang kemungkinan solusi tertentu, atau hanya fakta yang dapat dibandingkan satu sama lain berdasarkan konvensi sederhana intrinsik untuk sistem pakar.

User interface dalam sistem pakar berfungsi untuk menggantikan seorang pakar dalam situasi tertentu, maka sistem harus menyediakan pendukung yang diperlukan oleh pemakai yang tidak memahami masalah teknis. Sistem pakar juga menyediakan komunikasi antar sistem dan pemakainya (*user*) yang disebut sebagai antar muka. Antar muka yang efektif dan ramah penggunaan (*user-friendly*) penting sekali terutama bagi pemakai yang tidak ahli dalam bidang yang diterapkan pada sistem pakar.

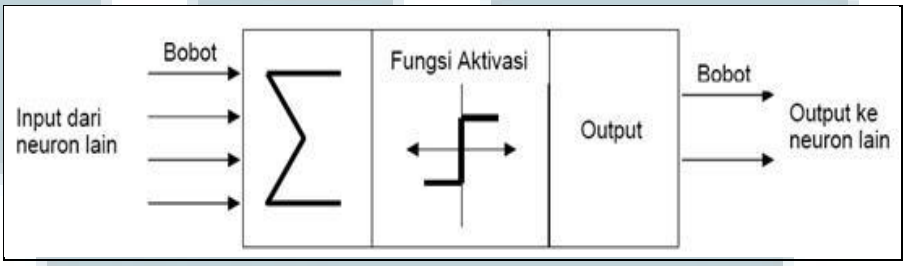
2.2 Neural Network

Neural Network sederhana pertama kali diperkenalkan oleh McCulloch dan Pitts pada tahun 1943. McCulloch dan Pitts menyimpulkan bahwa kombinasi beberapa neuron sederhana menjadi sebuah sistem neural akan meningkatkan kemampuan komputasinya. Bobot dalam jaringan diatur untuk melakukan fungsi logika sederhana. Fungsi aktivasi yang dipakai adalah fungsi *threshold*. Kemudian, pada tahun 1986, *Neural Network* yang sebelumnya hanya *single*

layer, dikembangkan menjadi *backpropagation*, yang memungkinkan jaringan diproses melalui beberapa *layer*.

2.2.1 Konsep Dasar Neural Network

Neural Network memiliki beberapa tipe, namun hampir semua tipe memiliki komponen yang sama. *Neural Network* memiliki beberapa neuron yang mempunyai hubungan satu dengan lainnya. Neuron-neuron tersebut akan mentransformasikan informasi ke neuron yang lain. Hubungan ini dikenal dengan nama bobot.



Gambar 2.1 Struktur Neuron pada *Neural Network* (Sumber: socs.binus.ac.id/)

Istilah-istilah terkait *Neural Network*:

a. Neuron : sel saraf tiruan yang merupakan elemen pengolahan *Neural Network* untuk menerima dan memproses *input*
b. Jaringan : Kumpulan neuron yang saling terhubung dan membentuk lapisan
c. *Input* : berhubungan dengan sebuah atribut tunggal dari sebuah pola atau data lain dari dunia luar. Sinyal-sinyal input ini kemudian diteruskan ke lapisan selanjutnya
d. *Output* : solusi atau hasil pemahaman jaringan terhadap data input

e. *Hidden layer* : Lapisan yang tidak secara langsung berinteraksi dengan dunia luar

f. Bobot : Nilai matematik dari koneksi, mentransfer data antar lapisan. Bobot digunakan untuk mengatur jaringan sehingga menghasilkan output yang diinginkan

g. Momentum : koefisien untuk mempercepat konvergensi dari algoritma *error backpropagation*.

h. *Summation Function* : Fungsi yang digunakan untuk mencari rata-rata bobot dari semua elemen input

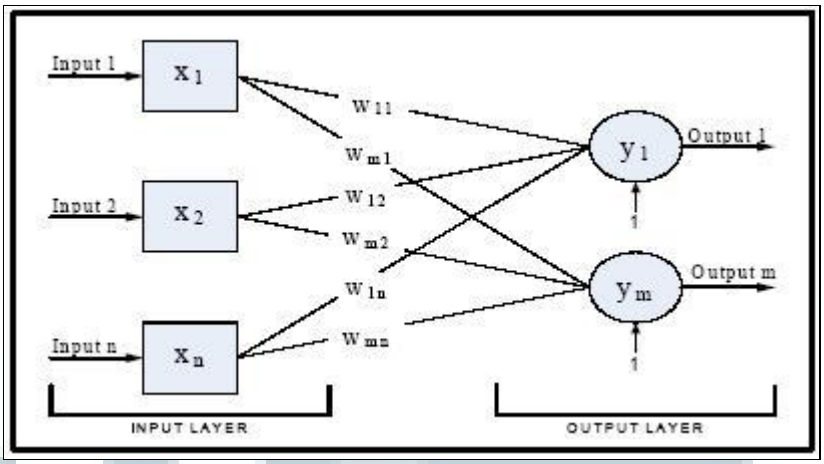
i. Fungsi Aktivasi : Fungsi yang menggambarkan hubungan antara tingkat aktivasi internal(*summation function*) yang mungkin berbentuk linier atau nonlinier.

2.2.2 Arsitektur Neural Network

Neural Network memiliki beberapa macam arsitektur berdasarkan jumlah *layer* yang dimiliki, antara lain:

a. Jaringan dengan lapisan tunggal (*single layer net*)

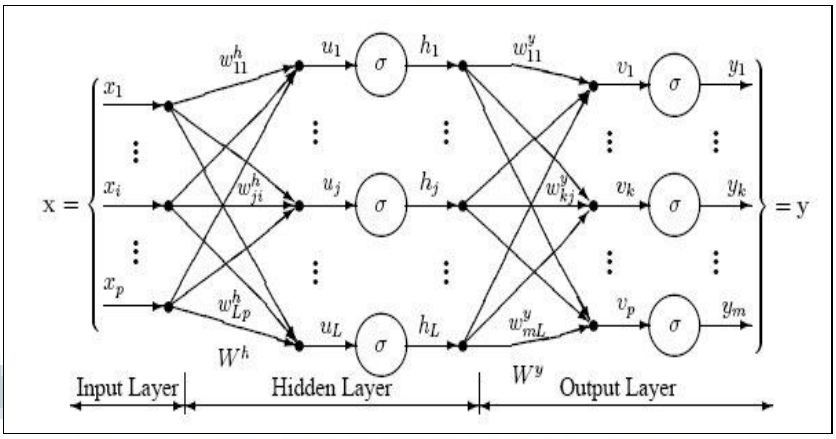
Jaringan lapis tunggal merupakan jaringan yang hanya memiliki satu buah lapisan dengan bobot-bobot yang terhubung. Jaringan ini hanya menerima nilai input dan secara langsung mengolahnya untuk menjadi nilai output tanpa melalui lapisan tersembunyi.



Gambar 2.2 *Single Layer Net* (Sumber: digilib.ittelkom.ac.id)

b. Jaringan dengan banyak lapisan (*multilayer net*)

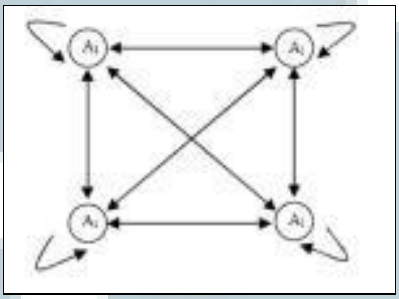
Multilayer net merupakan jaringan yang memiliki satu buah atau lebih lapisan di antara lapisan input dan lapisan output. *Multilayer net* ini dapat menyelesaikan permasalahan yang lebih kompleks dibandingkan dengan *single layer net* walaupun memiliki tingkat kerumitan yang tinggi serta membutuhkan waktu yang lama dalam proses pelatihannya.



Gambar 2.3 *Multilayer Net* (Sumber: dtreg.com)

c. Jaringan dengan lapisan kompetitif(*competitif layer net*)

Competitif layer net sering disebut *feedback loop* karena unit output ada yang memberikan informasi terhadap unit masukan.



Gambar 2.4 *Competitif Layer Net* (Sumber: yulyantari.com)

2.2.3 Backpropagation

Algoritma *Backpropagation* ini pertama kali diperkenalkan oleh Paul Werbos pada tahun 1974. Pada tahun 1982, David Parker mengemukakan kembali algoritma ini. Kemudian metode ini dipopulerkan oleh Rumelhart dan McCelland pada tahun 1986. Pada *Backpropagation* ini, arsitektur jaringan menggunakan *multilayer net*.

Backpropagation menggunakan proses pelatihan *supervised training*. Langkah-langkah iterasi dalam *supervised training*:

a. Proses umpan maju dari pola input pelatihan, hasil produksi ada pada *output layer*
b. Kesalahan dihitung pada *output node* berdasarkan informasi yang diketahui, kemudian perubahan yang diperlukan untuk bobot yang mengarah ke *output layer* ditentukan berdasarkan penghitungan kesalahan ini

c. Perubahan bobot yang mengarah ke lapisan sebelumnya ditentukan sebagai fungsi dari neuron yang terhubung secara langsung.

Pada langkah perubahan bobot, terjadi proses sebagai berikut:

a. Inisialisasi bobot, yaitu mengambil bobot awal dengan nilai awal acak dari 0 sampai 1.
b. Menetapkan maksimum Epoh, Momentum dan *Learning Rate*.
c. Setelah itu, lakukan proses feed forward selama Epoh lebih kecil dari Maksimum Epoh.

Feed forward propagation :

1) Tiap – tiap unit input (Xi, i=1,2,3,…,n) menerima sinyal x_i dan meneruskan sinyal tersebut ke semua unit pada lapisan tersembunyi (*hidden layer*).
2) Tiap – tiap unit tersembunyi (Zi, j=1,2,3,…,p) menjumlahkan sinyal-sinyal input terbobot:

$$z_in_j = v_{0j} + \sum_{i=1}^{n} x_i v_{ij} \text{ .....rumus 2.1}$$

gunakan fungsi aktivasi untuk menghitung sinyal outputnya :

$$z_j = f(z_in_j) \text{ .....rumus 2.2}$$

dan kirimkan sinyal tersebut ke semua unit di lapisan output (*output layer*).

3) Tiap – tiap unit output (Yk, k=1,2,3,…,m) menjumlahkan sinyal-sinyal input terbobot.

$$y_in_k = w_{0k} + \sum_{i=1}^{p} z_i w_{jk} \text{.....rumus 2.3}$$

gunakan fungsi aktivasi untuk menghitung sinyal outputnya :

$$y_k = f(y_in_k)$$ .....rumus 2.4

dan kirimkan sinyal tersebut ke semua unit di lapisan output (*output layer*).

Backpropagation

4) Tiap – tiap unit output (Yk, k =1,2,3,…,m) menerima target pola yang berhubungan dengan pola input pembelajaran, hitung informasi *error*nya:

$$\delta_k = (t_k - y_k) f'(y_in_k)$$.....rumus 2.5

Kemudian hitung koreksi bobot yang akan digunakan untuk memperbaiki nilai bobotnya :

$$\Delta W_{jk}(t) = \alpha\, \delta_k\, z_j + m\Delta w_{jk}(t-1)$$ .....rumus 2.6

Hitung juga koreksi bias :

$$\Delta W_{0k}(t) = \alpha\, \delta_k + m\Delta w_{0k}(t-1)$$.....rumus 2.7

Kirimkan δ_k ini ke unit – unit yang ada di lapisan bawahnya.

5) Tiap-tiap unit tersembunyi (Zj, j=1,2,3,…,p) menjumlahkan delta inputnya :

$$\delta_{in_j} = \sum_{k=1}^{m} \delta_k\, w_{jk}$$.....rumus 2.8

Kalikan nilai ini dengan turunan dari fungsi aktivasinya untuk menghitung informasi *error:*

$$\delta_j = \delta_\mathrm{in_j}\, f'(z_in_j)$$.....rumus 2.9

Kemudian hitung koreksi bobot :

$$\Delta v_{jk}(t) = \alpha\, \delta_j\, x_i + m\Delta v_{jk}(t-1)$$.....rumus 2.10

Hitung juga koreksi biasnya :

$$\Delta v_{0j}(t) = \alpha\, \delta_j + m\Delta v_{0k}(t-1)$$.....rumus 2.11

6) Tiap – tiap unit ouput (Yk, k=1,2,3,…,m) memperbaiki bias dan bobotnya (j=0,1,2,…,p):

$$w_{jk}(baru) = w_{jk}(lama) + \Delta w_{jk}$$.....rumus 2.12

Tiap-tiap unit tersembunti (Zj, j=1,2,3,…,p) memperbaiki bias dan bobotnya (i=0,1,2,…,n):

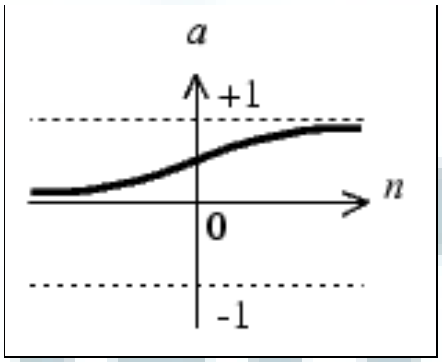
$$v_{ij}(baru) = v_{ij}(lama) + \Delta v_{ij}$$.....rumus 2.13

2.2.4 Fungsi Aktivasi

Ada beberapa fungsi aktivasi yang digunakan di dalam algoritma *backpropagation*, seperti:

a. Fungsi Sigmoid Biner

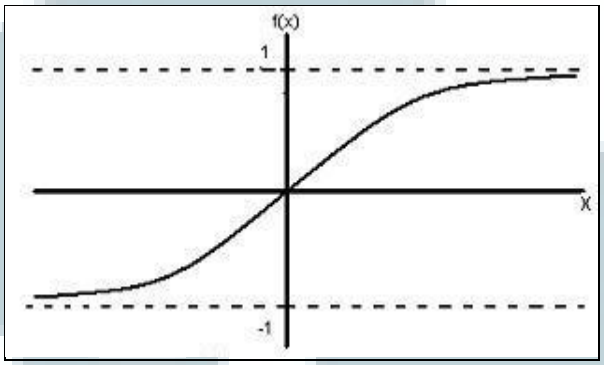
Fungsi ini merupakan fungsi yang umum digunakan. Fungsi ini memberikan keluaran 0 sampai 1. Data pelatihannya juga diantara 0 sampai 1.



Gambar 2.5 Fungsi Aktivasi Sigmoid Biner (Sumber: dianwirdasari.trigunadharma.ac.id)

b. Fungsi Sigmoid Bipolar

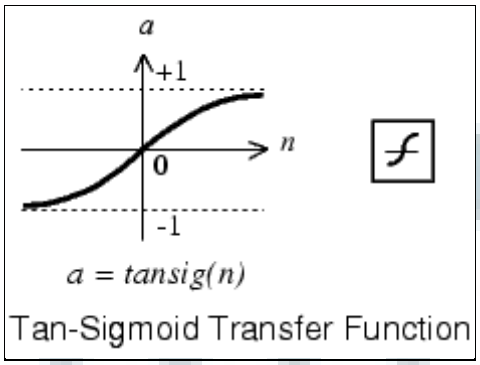
Fungsi sigmoid bipolar merupakan fungsi yang umum digunakan dan memiliki keluaran dari -1 sampai 1.



Gambar 2.6 Fungsi Aktivasi Sigmoid Bipolar (Sumber: dianwirdasari.trigunadharma.ac.id)

c. Fungsi Tangen Hiperbolik

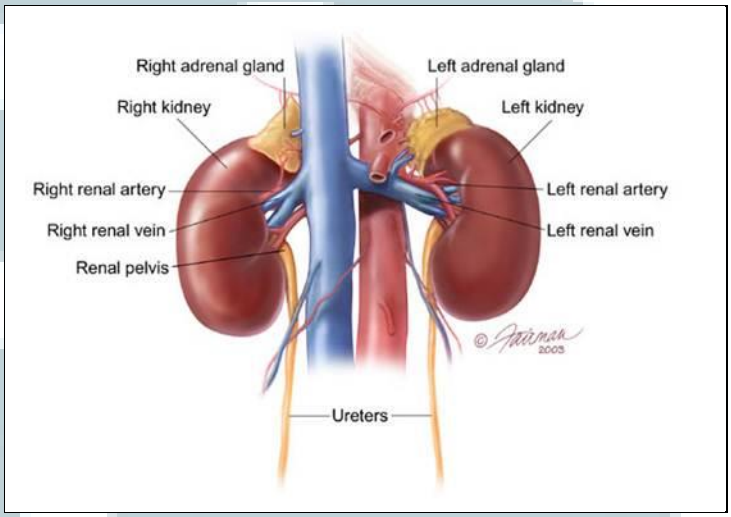
Fungsi ini sangat mirip dengan sigmoid bipolar yang memiliki rentang -1 sampai 1.



Gambar 2.7 Fungsi Aktivasi Tangen Hiperbolik (Sumber: intechopen.com)

2.3 Ginjal

Ginjal merupakan organ saluran kemih dalam tubuh manusia yang berbentuk seperti kacang. Ginjal terletak di kanan dan kiri tulang belakang. Ginjal berjumlah sepasang, dimana ginjal kanan terlekak sedikit di bawah ginjal kiri.



Gambar 2.8 Ginjal (Sumber: urologyhealth.org)

2.3.1 Fungsi Ginjal

Ginjal memiliki peran yang sangat penting di dalam tubuh. Fungsi-fungsi ginjal antara lain:

a. Mengatur keseimbangan cairan tubuh dan elektrolit.
b. Mengatur kadar asam dan basa dalam tubuh.
c. Mengeluarkan limbah atau zat yang tidak bermanfaat bagi tubuh.
d. Memproduksi hormon. Hormon yang diproduksi yaitu renin yang merupakan hormon yang terkait dengan tekanan darah, eritropoietin yang merupakan hormon yang membantu pembuatan sel darah merah, kalsitrion yang

merupakan hormon yang membantu tubuh untuk menyerap kalsium dari makanan.

e. Menyeimbangkan kalsium dan fosfor.

2.3.2 Definisi Gagal Ginjal

Gagal ginjal adalah suatu kondisi dimana ginjal tidak dapat menjalankan fungsinya secara normal. Gagal ginjal dibagi menjadi dua bagian besar yaitu gagal ginjal akut dan gagal ginjal kronis. Pada gagal ginjal akut, terjadi penurunan fungsi ginjal secara mendadak. Gagal ginjal akut dapat disebabkan oleh sumbatan, infeksi, hipoperfusi (kurangnya asupan nutrisi yang diperlukan oleh jaringan tubuh), dan glomerulonefritis. Gagal ginjal akut biasanya dapat pulih kembali.

2.3.3 Penyakit Ginjal Kronis

Penyakit Ginjal Kronis / PGK (*chronic kidney disease*) adalah terjadinya kerusakan ginjal, baik secara struktural maupun fungsional yang telah berlangsung selama 3 bulan atau lebih. Pada penyakit ginjal kronis, fungsi ginjal tidak dapat pulih kembali. Penyakit ini berkembang secara progressif.

Penyakit ginjal kronis umumnya disebabkan oleh penyakit *Diabetes Melitus*(kencing manis), hipertensi, batu ginjal atau saluran kemih, dehidrasi, makanan olahan yang mengandung zat kimia berbahaya bagi ginjal, obat-obatan, radang kronis pada penyaring ginjal, kelainan(penyakit) ginjal turunan.

Gejala-gejala pada penyakit ginjal kronis yaitu cepat lelah, kurang bertenaga, menurunnya nafsu makan, mual, muntah, sulit tidur, kram otot,

pembengkakan pada kaki atau pergelangan kaki, kulit gatal dan kering, bengkak seputar mata(pada pagi hari).

Gagal ginjal juga dapat dideteksi dengan pemeriksaan urin. Penderita akan memiliki kelainan protein, eritrosit, leukosit, dan bakteri. Sementara pada gagal ginjal kronis, penderita akan memiliki kelainan protein, eritrosit, leukosit, kreatinin dalam darah naik, hemoglobin rendah.

Selain pemeriksaan urin, pengecekan fungsi ginjal juga diperlukan. Pengecekan ini dilakukan dengan melakukan tes pada kreatinin darah atau bisa disebut juga Tes Klirens Kreatinin(TKK). TKK normal 115-125 mL/menit, sementara pada penderita ginjal, TKK di bawah 115mL/menit.

2.3.4 Klasifikasi Gagal Ginjal Kronis

Pada pasien dengan penyakit ginjal kronik, klasifikasi stadium ditentukan oleh nilai laju filtrasi glomerulus, yaitu stadium yang lebih tinggi menunjukkan nilai laju filtrasi glomerulus yang lebih rendah. Klasifikasi tersebut membagi penyakit ginjal kronik dalam lima stadium:

a. Stadium 1 dengan GFR normal atau relatif tinggi ($\geq$ 90 mL/min/1.73 m^2) adalah kerusakan ginjal dengan fungsi ginjal yang masih normal.
b. Stadium 2 dengan GFR (60-89 mL/min/1.73 m^2) adalah kerusakan ginjal dengan penurunan fungsi ginjal yang ringan
c. Stadium 3 dengan GFR (30-59 mL/min/1.73 m^2) adalah kerusakan ginjal dengan penurunan yang sedang fungsi ginjal
d. Stadium 4 dengan GFR (15-29 mL/min/1.73 m^2) adalah kerusakan ginjal dengan penurunan berat fungsi ginjal

e. Stadium 5 dengan (GFR <15 mL/min/1.73 m^2) adalah gagal ginjal atau terapi penggantian ginjal permanen.

2.3.5 Gejala Gagal Ginjal Kronis

Penyakit gagal ginjal kronis pada umumnya tidak memiliki gejala apapun sampai penyakit ini benar-benar parah**.** Gejala-gejala penyakit ginjal kronis dapat dikelompokan menjadi 6, yaitu:

a. *Protein Energy Malnutrition*

Protein-energy malnutrition adalah penyakit/keadaan klinis yang yang terbentuk karena tidak terpenuhinya kebutuhan protein dan energi, dapat karena asupan yang kurang atau kebutuhan/keluaran yang meningkat atau keduanya secara bersama. Ciri-ciri: kehilangan lemak tubuh.

b. Otot-otot melemah

Otot menjadi lemah bisa dikarenakan dua hal utama, yaitu gangguan di sistem saraf dan gangguan di sistem otot. Ciri-ciri: kram otot pada malam hari sehingga menyebabkan sulit tidur.

c. Anemia

Anemia adalah kondisi di mana jumlah sel darah merah atau hemoglobin (protein pembawa oksigen) dalam sel darah merah berada di bawah normal. Anemia menyebabkan transportasi sel darah merah akan terganggu dan jaringan tubuh si penderita anemia akan mengalami kekurangan oksigen guna mengahasilkan energi. Gejala anemia ditunjukan dengan merasa cepat lelah,

kurang berenergi, pucat, gelisah, dan terkadang sesak, serta ditandai dengan warna pucat di beberapa bagian tubuh seperti lidah dan kelopak mata.

d. Kulit kering

Gejala ini biasanya terjadi ketika penyakit ginjal kronis sudah sangat parah. Kadar ureum yang sangat tinggi menyebabkan kulit menjadi kering.

e. Bengkak pada kaki (*Peripheral Edema*)

Bengkak pada kaki terjadi akibat dari akumulasi cairan yang berlebihan di bawah kulit dalam ruang-ruang didalam jaringan-jaringan.

f. *Pulmonary Edema*

Akumulasi cairan dalam ruang-ruang udara interstitial (alveoli) dalam paru-paru. Hal ini dapat menyebabkan persoalan pada pertukaran gas oksigen dan karbon dioksida sehingga berakibat pada kesulitan bernapas.

Penyakit ginjal kronis juga dipengaruhi oleh beberapa faktor risiko, sehingga apabila seseorang sudah memiliki faktor risiko tersebut, ada baiknya dilakukan cek up medis secara rutin. Faktor-faktor risiko tersebut antara lain:

a. Hipertensi (tekanan darah tinggi)
b. *Diabetes Melitus* (kencing manis)
c. Merokok
d. Pecandu Alkohol
e. Umur 65 tahun atau lebih
f. Infeksi Ginjal**.** Infeksi ginjal terjadi ketika bakteri masuk ke saluran urin melalui uretra dan melipatgandakan diri. Infeksi ginjal yang berlangsung lama, dapat menyebabkan penyakit ginjal kronis.